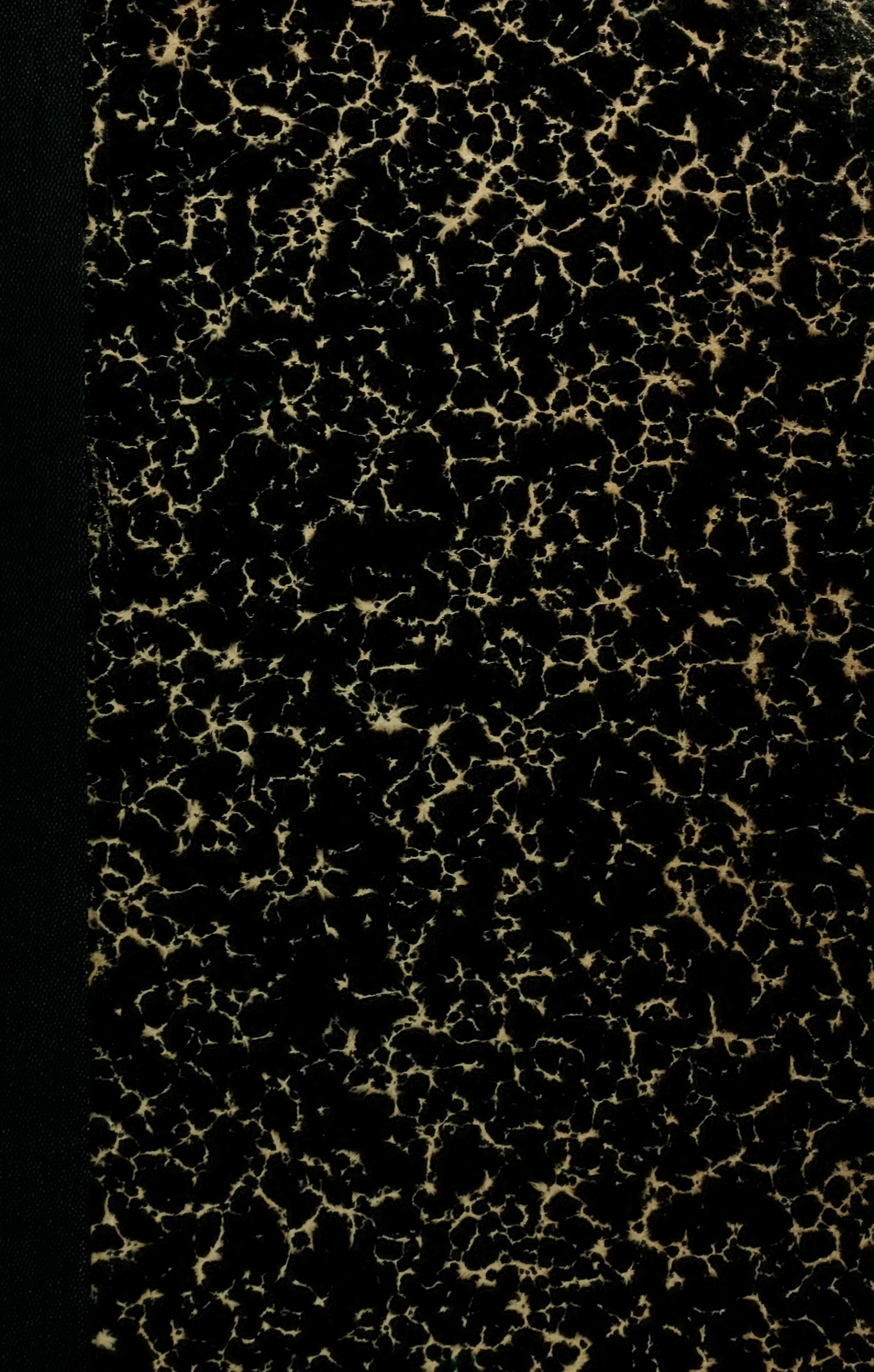
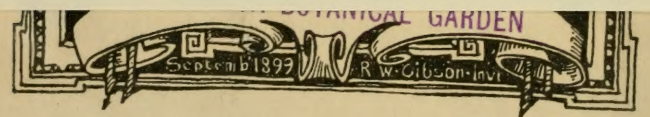
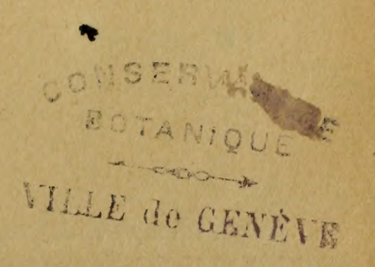


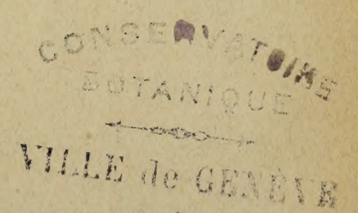

GARDEN
Septemb 1899
R W Gibson Inv



# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES



Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

---

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

---

NOUVELLE PÉRIODE

TOME CINQUANTE-SIXIÈME





GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1876

# ACTION DU BROME

SUR LA

# CHLORHYDRINE ÉTHYLÉNIQUE

PAR

**M. E. DEMOLE**

---

Lorsque l'alcool éthylique est soumis à l'action prolongée du chlore, il fournit comme produit final, le chloral, et il est généralement admis que cette transformation s'opère en plusieurs phases. La première de ses phases serait la production d'acétaldéhyde; cette dernière passerait alors en produit trichloré, en subissant l'action successive de l'alcool et du chlore, c'est-à-dire en devenant de l'acétal, du trichloracétal, lequel par HCl se scinde en chlorure d'éthyle et chloral, ou bien, l'acétaldéhyde serait directement transformée en chloral par la substitution de $CL_3$ à $H_3$ au moyen du chlore.

Pour le brome le mécanisme de cette réaction doit être le même, à cette différence près que c'est le bromal au lieu du chloral qui se trouve être le produit final.

Si en partant de l'alcool éthylique et en le traitant par $Br_2$ nous arrivons au bromal en admettant que le premier terme de cette réaction soit l'acétaldéhyde, à quel composé final arriverons-nous si nous partons d'un alcool éthylique monochloré, *la chlorhydrine éthylénique?*

D'après les analogies, sera-ce au composé $\begin{array}{l} CBr_2\,Cl \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown H \end{array}$ avec

production préalable d'aldéhyde monochlorée $\begin{array}{l} CH_2Cl \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown H \end{array}$ ? Ou bien cette dernière (qui reste encore à connaître) étant fort peu stable, se transformera-t-elle à peine formée, en acide chloracétique ? ou enfin, la chlorhydrine éthylénique possédant déjà un chlore permettra-t-elle à un second at. halloïde de remplacer un second hydrogène dans le groupe $CH_2Cl$ avec formation du composé $\begin{array}{l} CH\,Br\,Cl \\ | \\ CH_2\,OH \end{array}$ sans que pour cela le groupe alcoolique $CH_2OH$, s'oxyde ? C'est cette dernière hypothèse que j'ai cherché à réaliser, ou plutôt, c'est ce composé $\begin{array}{l} CHBrCl \\ | \\ CH_2OH \end{array}$[1] que j'ai cherché à obtenir par l'action prolongée de $Br_2$ sur $\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CH_2Cl \end{array}$, m'appuyant un peu en ceci sur le fait que Carius prétend être arrivé à bromer la dichlorhydrine glycérique par l'action directe du brome. Bien que les résultats obtenus ne soient pas précisément ceux que j'attendais, je désire toutefois en rendre compte car je ne les crois pas complétement dénués d'intérêt.

La chlorhydrine employée bouillait à 128-131. Elle fut préparée d'après la méthode de Carius par l'action du chlorure de soufre sur le glycol[1]. ([2])

[1] Ce composé se rattache au travail que j'ai publié dernièrement dans le Journal de Berlin *sur les produits de substitution de l'oxyde d'éthylène*. Il doit fournir par la potasse $O\begin{array}{l} \diagup CH\,Br \\ \quad | \\ \diagdown CH_2 \end{array} + KCl + H_2O$.

([2]) J'ai préparé le glycol par la méthode que j'ai publiée l'année passée (Annalen der Chemie, 177, p. 56).

Dans le même temps MM. A. Zeller et C. Hüfner ont annoncé une

Un mélange formé de 32 gr. chlorhydrine = 1 mol. et 50 gr. de brome = 1 mol. moins 14 gr. fut enfermé dans des tubes très-forts et chauffé 3 heures à 130-140°. En mettant molécules égales des deux corps, on retrouve toujours du brome inaltéré.

A l'ouverture du tube, pression énorme et dégagement considérable d'HBr et d'HCl. — Le liquide renfermé dans le tube est coloré en jaune-clair et est formé de deux couches dont la supérieure est formée en grande partie d'eau chargée d'HBr. Ces deux couches sont séparées, la couche inférieure soigneusement lavée à l'eau, puis séchée sur $Ca\,Cl_2$ ; ces eaux de lavages sont ajoutées à la couche supérieure et cette dernière traitée par l'éther ; ce dernier évaporé et le liquide distillé.

### A. *Couche inférieure insoluble dans l'eau.*

Ce liquide bout de 100 à 250°. Une grande portion passe avant 120°. En distillant un très-grand nombre de fois, j'arrive à isoler une combinaison bouillant 107-109 (non corr.), et je m'assure qu'avant 100° il n'y a absolument aucun corps. Cette combinaison qui bout à 107-109 renferme à la fois Cl et Br. — Les analyses conduisent à la formule $C_2\,H_4\,Cl\,Br$, qui est celle du *chlo-*

méthode pour la préparation du glycol (J. für prakt. Chemie, 1875, p. 229). Cette méthode donne, dit-on, d'assez bons résultats, mais il est regrettable que les auteurs cités plus haut se soient servis comme étant nouvelle, d'une réaction connue depuis assez longtemps déjà.

En effet Jeltekoff (Berichte d. d. Chem. Gesellschaft. Berlin 1875, p. 558) arrive au glycol soit en partant du bromure de méthylène, soit *du bromure d'éthylène* et en faisant bouillir ces corps avec de l'eau et du *carbonate* ou oxyde de plomb. Il n'y a de différence entre cette réaction et celle de MM. Hüfner et Zeller qu'en ce que ces derniers font usage de carbonate de potasse au lieu de carbonate de plomb.

*robromure d'Éthylène.* Son goût et son odeur rappellent ceux du chlorure et du bromure d'éthylène. La solubilité dans l'eau est faible. — La solubilité dans l'alcool et l'éther, très-grande. L'action de KOH à froid est presque nulle

| | Bout à : | | Bout à : |
|---|---|---|---|
| $C_2H_4Br_2$ | 130° | $C_2H_4\begin{matrix}Cl\\Br\end{matrix}$ | 107 |
| $C_2H_4\begin{matrix}Cl\\Br\end{matrix}$ | 107 | $C_2H_4\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}$ | 85 |
| | Diff. 23 | | Diff. 22 |

Après ce premier corps, le th. se maintient assez longtemps entre 115-160 et après un grand nombre de distillations on arrive à isoler deux corps. Le premier bout à 129-131 et toutes ses propriétés ainsi que plusieurs analyses indiquent le *bromure d'éthylène* $C_2H_4Br_2$; la quantité qu'on retrouve de ce dernier est très-considérable, et plus considérable que celle du chlorobromure. — Le second composé n'a pu être isolé (eu égard à la petite quantité que j'en ai obtenu) à un état d'aussi grande pureté que les précédents. Son point d'ébullition s'est fixé à 146-149. — C'est un liquide épais, incolore, d'un goût sucré désagréable. Les analyses de C et d'H conduisent à la formule $C_2H_4\begin{matrix}OH\\Br\end{matrix}$ *Bromhydrine.* Ce corps, qui du reste est déjà connu, traité à froid par KOH se décompose de suite en K Br et oxyde d'éthylène. Traité par $C_2H_3ClO$ il donne un éther d'une odeur de fruit.

Après 150° le th. monte très-rapidement au-dessus de 200°. Entre 230-240 on obtient un corps ne bouillant pas sans décomposition et qu'il n'a pas été possible de

purifier. Traité par KOH à chaud, il fournit comme la bromhydrine, l'oxyde d'éthylène. — La solubilité dans l'eau est très-faible; son odeur est désagréable et rappelle tout à fait celle des éthers bromacétiques, et je pense qu'il faut le considérer comme la *bromacétobromhydrine.*

$$\begin{array}{l} CH_2Br \\ | \\ COOCH_2 \\ \quad\quad | \\ \quad\quad CH_2Br \end{array}$$

Tels sont les quatre corps de la couche inférieure.

B. *Couche supérieure soluble dans l'eau.*

Entre 110 et 130° on observe dans cette portion du liquide de l'eau chargée d'HBr tenant en dissolution quelque peu de bromhydrine et de bromure d'éthylène.

Une fois que cette solution aqueuse a distillé le th. monte rapidement vers 180 et ne s'arrête qu'à 250.

Entre 200-210 on obtient aisément une portion qui cristallise. — Par de nouvelles distillations on isole un corps parfaitement pur bouillant à 206-209 et fondant au-dessous de 100°. — Il constitue de gros rhomboïdes incolores, sans beaucoup d'odeur, *très-acides* et d'une grande déliquescence. Cet acide renferme du brome. Les analyses de C d'H et de Br conduisent à la formule de l'*acide bromacétique.* Il forme avec Pb $CO_3$ un sel très-peu soluble dans l'eau froide.

Avec Ag $NrO_3$ il donne une cristallisation de petites aiguilles nacrées qui furent lavées à l'eau froide et séchées. Les analyses de ce corps conduisent au *bromacétate d'argent.* Ce sel chauffé à 100° en présence de l'eau donne de suite Ag Br.

Cet acide bromacétique est en très-grande quantité; c'est de tous les produits obtenus le plus abondant. Quelque soin que j'aie mis à la recherche de l'acide chloracétique (bouillant au-dessous de 200°) je n'en ai pas même trouvé des traces.

Cet acide bromacétique bouillant à 206-209 n'est pas le dernier corps que donne la distillation. Depuis 240 jusqu'à 250 il passe encore une portion très-acide ne distillant pas sans décomposition. Cette portion tout entière est chauffée dans un courant d'air à 130 puis mise en présence de $Pb\ CO_3$ et bouillie avec peu d'eau, puis filtrée; la liqueur est précipitée par $H_2S$. Le PbS est filtré et la liqueur évaporée au bain-marie, puis additionnée de $Ag\ NO_3$. Il se forme de suite une abondante cristallisation, entièrement soluble dans l'eau en excès (absence de Ag Br). Ces cristaux furent lavés avec très-peu d'eau froide et séchés; leur analyse conduisit à la formule $\begin{array}{l} CH\,Br_2 \\ | \\ Coo\,Ag \end{array}$ *bibromacétate d'argent.*

Ce sel bouilli avec de l'eau se détruit de suite en donnant Ag Br.

L'acide bibromacétique est en petite quantité relativement à l'acide bromacétique.

J'ai vainement cherché l'acide tribromacétique, et j'ai pu me convaincre par la pureté immédiate du bibromacétate d'argent que ce sel ne renfermait pas de tribromacétate, et que par conséquent l'acide ne s'était pas formé dans la réaction.

Les produits qui se forment entre 1 mol. de chlorhydrine et moins de 1 mol. de $Br_2$ chauffés à 130-140° pendant 3 heures sont donc les suivants :

Acides bromo et dibromacétique,
chlorobromure d'éthylène,
bromure d'éthylène,
bromhydrine,
bromacétobromhydrine ?

J'ai entrepris pour expliquer la formation de ces divers corps quelques réactions dont je vais rendre compte.

Je pense que le brome peut agir de deux manières sur la chlorhydrine; comme oxydant, en enlevant $H_2$ au groupe $CH_2OH$, et comme substituant en remplaçant OH dans le même groupe par Br :

$$1^\circ \quad \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} + Br_2 = \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown H \end{matrix} + 2HBr$$

$$2^\circ \quad \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} + Br_2 = \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2Br \end{matrix} + HBr + O$$

$$3^\circ \quad \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown H \end{matrix} + O = \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ COOH \end{matrix}$$

En outre il est probable qu'à 130-140 HBr peut transformer une portion de $\begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2OH \end{matrix}$ en $\begin{matrix} CH_2Cl \\ CH_2Br \end{matrix}$

Il est possible également que HBr concentré agissant sur la chlorhydrine donne non-seulement du chlorobromure, mais donne aussi de la bromhydrine par l'échange du Cl contre Br et dès lors du bromure d'éthylène, car j'ai montré que la bromhydrine donne avec HBr $C_2H_4Br_2$ à la température de 140 (Berichte 1876 N° I).

Pour m'assurer de la valeur de ces diverses suppositions, j'ai cherché à les réaliser par la pratique.

Un mélange de chlorhydrine pure (128-131) et d'HBr (hydrate $HBr + 5H_2O$ bouillant à 126) dans le rapport de 1 mol. de $C_2H_4\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}$ pour moins d'une mol. de HBr pur, fut chauffé en tube fermé 6 à 10 heures à la temp. de 160-170. A l'ouverture du tube on remarque deux couches colorées en brun, l'inférieure surtout; l'odeur rappelle le bromure d'éthylène.

Le contenu du tube est distillé avec de l'eau et la partie insoluble du produit de la distillation est séparé et séché sur $Ca\ Cl_2$, puis distillé. Je me suis assuré en épuisant le reste de ce qui a distillé par l'éther qu'il ne renferme pas de corps en dissolution sauf HBr et HCl puis quelques traces des composés insolubles qui vont être décrits.

Le liquide séché commence à bouillir très-bas, au-dessous de 100°. Cependant la chlorhydrine employée était très-pure (128-131). — L'acide HBr avait été préparé par la décomposition de $PBr_3$ (bouillant à 172-175) par l'eau et ne renfermait absolument point de $CS_2$ (employé pour dissoudre P).

Ce composé volatil ne pouvait donc s'être formé qu'entre HBr et $C_2H_4\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}$ Après quelques distillations le point d'ébullition de ce corps se fixa à 84-86. Distillé sur $Cr\,O_3$ il fournit $Cl_2$ et non $Br_2$. — Traité par la KOH à chaud il fournit un gaz colorant la flamme en vert en même temps qu'il se forme KBr. — Il n'est guère soluble dans l'eau, ses analyses conduisent à la formule du *chlorure d'éthylène* $C_2H_4\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}$ Ce corps se forme en grande quantité dans cette action de peu d'HBr sur la chlorhy-

drine. — Sa formation pourrait peut-être s'expliquer en supposant que c'est HCl déplacé par HBr qui agit sur la

chlorhydrine $\begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} + HCl = \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2Cl \end{matrix} + H_2O.$

Je reviendrai en temps utile sur cette formation qui ne paraît pas se rattacher directement au sujet que je traite.

De 100° le th. monte jusqu'à 140, mais pas au delà. — Dans cet intervalle je retrouve identiquement les mêmes corps que dans le liquide provenant de la réaction de $Br_2$ sur $C_2H_4 \begin{matrix} OH \\ Cl \end{matrix}$ (couche inférieure), c'est-à-dire du chlorobromure d'éthylène, du bromure d'éthylène et de la bromhydrine (point de chlorhydrine). Ces trois composés sont néanmoins en quantité petite relativement à la proportion de $C_2H_4\ Cl_2$.

Si l'on augmente la proportion de HBr par rapport à $C_2H_4 \begin{matrix} OH \\ Cl \end{matrix}$ (par exemple 1 mol. de chacun des deux corps) et qu'on chauffe un tel mélange non plus à 160-170 mais à 140 et pendant quatre heures seulement, les mêmes corps que ci-dessus se retrouvent, mais dans des relations de quantités différentes. Les composés $C_2H_4 \begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}$ et $C_2H_4 \begin{matrix} Br \\ OH \end{matrix}$ sont peu abondants, tandis que $C_2H_4 \begin{matrix} Br \\ Cl \end{matrix}$ et $C_2H_4 \begin{matrix} Br \\ Br \end{matrix}$ sont très-abondants, surtout le dernier.

Ces expériences semblent prouver assez clairement que les trois corps $C_2H_4 \begin{matrix} Cl \\ Br \end{matrix}$ $C_2H_4 \begin{matrix} Br \\ Br \end{matrix}$ et $C_2H_4 \begin{matrix} Br \\ OH \end{matrix}$ retrouvés parmi les produits de la réaction de $Br_2$ sur $C_2H_4 \begin{matrix} Cl \\ OH \end{matrix}$ sont formés grâce à l'intervention de HBr réagissant sur

$C_2H_4{Cl \atop OH}$. Néanmoins, comme je l'ai dit plus haut, je crois que le chlorobromure peut et doit en partie se former par action directe de $Br_2$ sur $C_2H_4{Cl \atop OH}$

$$C_2H_4{Cl \atop OH} + Br_2 = C_2H_4{Cl \atop Br} + HBr.$$

La dernière expérience qui a été faite a eu pour but de s'assurer si HBr peut transformer l'acide $\begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ COOH \end{matrix}$ en $\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ COOH \end{matrix} + HCl$.

L'acide chloracétique pur (185-187) 21 gram. et 42 grammes ($HBr + 5H_2O$) furent chauffés à 140-150 pendant trois heures. Le contenu du tube fut repris par l'eau et l'éther, ce dernier évaporé et le résidu retrouvé distillé.

La totalité bout à 190-215. Outre plusieurs produits, sur le compte desquels je me propose de revenir, l'on retrouve entre 200-210 et plus spécialement à 205-209 une assez grande fraction du liquide distillé. Cette fraction cristallise et renferme du brome; ses caractères et ses analyses conduisent à l'*acide bromacétique.*

Le dernier corps dont il faudrait expliquer la formation dans la réaction qui nous occupe, serait l'acide dibromacétique ; mais l'on sait que le brome et l'acide bromacétique sont aptes à fournir cet acide, en sorte que l'explication n'est pas difficile.

La production d'acide bromacétique dans la réaction du brome sur la chlorhydrine, me semble impossible à expliquer sans admettre la formation préalable d'aldéhyde

chlorée $\begin{array}{l} CH_2\,Cl \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown H \end{array}$ Si cette dernière était susceptible de donner avec le brome des produits de substitution bromés (aldéhyde chlorobromée et aldéhyde dibromochlorée), il est bien certain que ces produits se retrouveraient dans la réaction; si donc ils ne se retrouvent pas, c'est que l'aldéhyde chlorée est d'une grande oxydabilité et passe de suite à l'état d'acide chloracétique. *Pinner*, dans un intéressant mémoire (Annales de ch. 179, p. 21) a montré que le chlore ou le brome agissant en présence de l'eau sur l'aldéhyde ne donnaient jamais naissance à l'aldéhyde monochlorée ou monobromée, pas plus qu'aux acides correspondants, ce qui semblerait prouver que le chlore ou le brome dans leur action en présence de l'eau sur l'aldéhyde ne donnent jamais la moindre quantité d'aldéhyde chlorée ou bromée, car si ces dernières se formaient, d'après les résultats de ce travail, elles passeraient de suite à l'état d'acide chlor. ou bromacétique.

Vevey, mars 1876.

---

# DU RAPPORT

DE LA

# LOI ÉLECTRO-DYNAMIQUE FONDAMENTALE

AVEC LE

# PRINCIPE DE LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

ET D'UNE

# NOUVELLE SIMPLIFICATION DE CETTE LOI

**Par R. CLAUSIUS**

(Lu à la Société bas-rhénane des sciences naturelles et de médecine, le 7 février 1876.)

La nouvelle loi électro-dynamique fondamentale que j'ai communiquée récemment, donne lieu, en ce qui concerne sa validité et sa possibilité d'une simplification, à une considération très-essentielle que je me permettrai d'exposer ici.

Deux particules électriques $e$ et $e'$ possèdent respectivement à l'époque $t$ les coordonnées rectangulaires $x$, $y$, $z$ et $x'$, $y'$, $z'$ et l'on posera, pour abréger :

$$\xi = x - x', \eta = y - y', \zeta = z - z'.$$

En outre, on représentera la distance de ces deux particules par $r$, les deux éléments, simultanément parcourus, de leurs trajectoires par $ds$ et $ds'$, l'angle de ces deux éléments par $\varepsilon$, les vitesses par $v$ et $v'$. Si les composantes, suivant les axes coordonnés, de l'action que la particule $e$ éprouve de la part de la particule $e'$ sont désignées par $Xee'$, $Yee'$ et $Zee'$, on a pour les déterminer

des équations auxquelles j'ai donné, dans ma précédente communication, la forme générale ci-après :

$$X = \frac{\xi}{r^3} - k\left(\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + n\,\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{dsds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\,\frac{d\xi}{dt}\right)$$

$$Y = \frac{\eta}{r^3} - k\left(\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + n\,\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{dsds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\,\frac{d\eta}{dt}\right)$$

$$Z = \frac{\zeta}{r^3} - k\left(\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + n\,\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{dsds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\,\frac{d\zeta}{dt}\right),$$

où $k$ est une constante dépendant du rapport entre la force électrostatique et la force électro-dynamique, et $n$ une autre constante provisoirement indéterminée.

Or la question est de savoir si la loi dynamique exprimée par ces équations est conciliable avec le principe de la conservation de l'énergie.

Si l'action électro-dynamique mutuelle des deux particules s'exerce par l'intermédiaire d'un milieu interposé, il n'est pas du tout nécessaire que les forces auxquelles les deux particules sont soumises satisfassent pour leur propre compte à ce principe, attendu que le milieu interposé prend aussi part à l'action. Mais pour les actions mutuelles de courants galvaniques fermés il faut s'attendre, conformément aux lois connues qui s'y rapportent, à ce que le principe se trouve observé même sans que l'on ait égard au milieu interposé entre ces courants.

Multiplions les expressions ci-dessus de $X$, $Y$ et $Z$ respectivement par $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$ et $\frac{dz}{dt}$, et de même les expressions correspondantes, formées de la même manière

pour les composantes $X'$, $Y'$ et $Z'$, de la force exercée sur la particule $e'$, respectivement par $\frac{dx'}{dt}$, $\frac{dy'}{dt}$ et $\frac{dz'}{dt}$, additionnons-les et multiplions la somme par le produit $ee'$ et l'élément de temps $dt$, nous obtiendrons l'expression du travail des deux forces pendant cet élément de temps. Si on néglige provisoirement les termes affectés du facteur $n$ on pourra mettre cette expression sous la forme suivante :

$$-d\frac{ee'}{r}\left[1-k(v^2+v'^2-vv'\cos\varepsilon)\right]-\frac{k}{2}\frac{ee'}{r}d\,(v^2+v'^2).$$

Ici le premier terme est une différentielle exacte, comme cela doit être en raison du principe de la conservation de l'énergie ; par contre le second terme ne remplit pas encore cette condition.

Mais considérons deux éléments de courants galvaniques, qui peuvent se mouvoir d'une manière quelconque et avoir une intensité variable ; nous devons admettre que dans chacun de ces éléments il doit y avoir égale quantité d'électricité positive et d'électricité négative. Designons ces quantités par $+e$ et $-e$, $+e'$ et $-e'$, et combinons : $+e$ avec $+e'$, $+e$ avec $-e'$, $-e$ avec $+e'$ et $-e$ avec $-e'$, nous aurons à écrire pour chacune de ces quatre combinaisons une expression de la forme précédente et à faire la somme de ces quatre expressions. Par là, le second terme, qui par la résolution de la parenthèse se décompose en deux, nous donnera en tout huit termes qui seront deux à deux égaux et de signe contraire, et qui par suite se détruiront dans leur ensemble. Alors la somme ne consistera plus qu'en les quatre termes, correspondant au premier terme de l'expression

ci-dessus, qui, comme on l'a déjà dit, satisfait au principe de la conservation de l'énergie.

Pour ce qui est des termes affectés du facteur $n$ et qu'on a négligés plus haut, ils se détruisent également entre eux, pour une partie, dans l'expression du travail relative à deux éléments de courants et l'autre partie se réduisent à zéro quand on étend l'intégration à un courant fermé.

Ainsi les équations ci-dessus sont en harmonie avec le principe de la conservation de l'énergie, de la manière exigée par les faits consacrés par l'expérience.

J'ai dit en outre dans ma communication précédente que, au point de vue théorique, l'hypothèse la plus vraisemblable sur la constante $n$ était de lui attribuer pour valeur zéro. Par là les termes affectés du facteur $n$, dont il vient d'être question, s'annulent d'eux-mêmes, et alors le principe de la conservation de l'énergie se trouve satisfait non-seulement pour des courants fermés, mais aussi pour des éléments de courants.

Outre cette simplification on peut encore en introduire une seconde, laquelle concerne de même, dans nos formules, une grandeur qui est sans influence sur les actions d'un courant galvanique fermé.

Déjà dans les déductions qui m'ont conduit aux équations ci-dessus, je me suis écarté, sur un point essentiel, des conceptions précédemment admises. En effet, j'ai pris en considération non-seulement le mouvement relatif des deux particules électriques, mais aussi leurs mouvements absolus, et de plus j'ai laissé de côté la restriction en vertu de laquelle la direction des forces exercées par les particules l'une sur l'autre devrait coïncider avec la droite qui les joint. Par contre, j'ai maintenu l'hypothèse que

les deux forces sont égales et opposées. Mais cette hypothèse même n'est pas nécessaire pour des forces de la nature des forces électro-dynamiques. Si on l'abandonne encore, on peut donner aux équations fondamentales la forme suivante :

$$X = -\frac{d\frac{1}{r}}{dx}\left(1 - kvv'\cos\varepsilon\right) - k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{dx'}{dt}\right)$$

$$Y = -\frac{d\frac{1}{r}}{dy}\left(1 - kvv'\cos\varepsilon\right) - k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{dy'}{dt}\right)$$

$$Z = -\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\left(1 - kvv'\cos\varepsilon\right) - k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{dz'}{dt}\right).$$

La force qui agit sur la particule $e$, telle que ces équations la déterminent, et la force correspondante qui agit sur la particule $e'$, satisfont pour leur compte au principe de la conservation de l'énergie. En effet, le travail de ces forces pendant un élément de temps est représentée par la différentielle exacte :

$$-d\frac{ee'}{r}\left(1 + kvv'\cos\varepsilon\right).$$

On peut aussi, par l'application d'une méthode introduite en une autre occasion par Lagrange, exprimer les composantes de la force d'une manière plus simple. Car, si l'on pose :

$$U = \frac{ee'}{r}$$

$$V = k\frac{ee'}{r}vv'\cos\varepsilon$$

$$= k\frac{ee'}{r}\left(\frac{dx}{dt}\frac{dx'}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{dy'}{dt} + \frac{dz}{dt}\frac{dz'}{dt}\right)$$

et si l'on considère $U$ comme une fonction des six coordonnées $x, y, z, x', y', z'$, et $V$ comme une fonction de ces six coordonnées et de leurs dérivées relativement à t, on peut écrire :

$$Xee' = \frac{d(V-U)}{dx} - \frac{d}{dt}\left(\frac{dV}{d\frac{dx}{dt}}\right).$$

De même on déduira les cinq autres composantes des deux fonctions $U$ et $V$ par voie de différentiation.

Pour les composantes de la force qu'un élément de courant $ds$ éprouve de la part d'un autre élément $ds'$, on déduira de la forme simplifiée des équations fondamentales les expressions suivantes :

$$cii'\,dsds'\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dx}\cos\varepsilon - \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{dx'}{ds'}\right)$$

$$cii'\,dsds'\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dy}\cos\varepsilon - \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{dy'}{ds'}\right)$$

$$cii'\,dsds'\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\cos\varepsilon - \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{dz'}{ds'}\right).$$

---

# QUELQUES MOTS SUR L'HISTOIRE

DE LA

# FAUNE DE LA RUSSIE D'EUROPE

PAR

**M. Modeste BOGDANOW.**

---

Tous les terrains d'origine relativement récente qui recouvrent les couches des formations anciennes, sur d'immenses espaces de plaines dans la Russie d'Europe, rentrent dans trois types. La partie septentrionale de la plaine russe est recouverte d'alluvions argilo-sablonneuses avec de nombreux blocs erratiques. Vers le midi, les parties élevées de cette plaine sont recouvertes de *Tchernozèm* (terre noire) s'étendant en large zone, depuis le versant oriental des Carpathes jusqu'à l'Oural. Enfin, les parties orientale et méridionale sont occupées par la formation caspienne. Ces formations diffèrent très-nettement les unes des autres par leur disposition stratigraphique et leurs propriétés physico-chimiques. Le terrain erratique et la formation caspienne présentent le caractère de sédiments marins. L'origine du Tchernozèm a été très-discutée.

Quelques savants, comme Pallas, Murchison, etc., pensaient que le Tchernozèm était formé par les restes des Fucus délaissés sur les parties des bas-fonds d'une mer antérieure. D'autres, comme Wagenheim, v. Qualen, Eich-

wald, etc., supposaient que ce sol n'est autre chose que les restes d'énormes tourbières qui auraient recouvert autrefois toute la Russie centrale. Les recherches modernes ont démontré que ces hypothèses ne sont pas admissibles. Le Tchernozèm ne renferme ni traces de coquilles ni restes d'animaux marins. La composition chimique et la disposition stratigraphique du Tchernozèm démontrent également et d'une manière tout aussi positive le peu de consistance de l'hypothèse d'une origine tourbeuse de ce terrain.

Le géologue français Huot et le professeur de zoologie Eversmann soutinrent, en même temps, l'idée que le Tchernozèm n'est autre chose que le résultat de la décomposition de diverses plantes terrestres.

Enfin, en 1866, parut l'ouvrage de M. Ruprecht, intitulé « *Le Tchernozèm.* » S'occupant de la géographie botanique de la Russie, M. Ruprecht fut étonné de la coïncidence des limites méridionales de plusieurs plantes du Nord avec la limite septentrionale du Tchernozèm, ce qui l'engagea à étudier ce terrain et son importance pour la géographie botanique. Ces explorations donnèrent de brillants résultats que l'auteur énonce dans l'ouvrage déjà cité. Les recherches de M. Ruprecht démontrent que :

1° Le Tchernozèm ne renferme aucun bloc erratique du Nord.

2° Le Tchernozèm typique (*in situ*) ne se trouve pas dans les vallées, et qu'au contraire il occupe les parties supérieures de la contrée.

3° Les *Picea vulgaris*, *P. obovata* et *Alnus incana*, etc., ne se trouvent jamais sur le Tchernozèm.

4° Le Tchernozèm s'est formé sur la terre au moyen des restes de la végétation des steppes.

5° Les forêts et les marais tourbeux ne produisent jamais le Tchernozèm.

6° Les diverses régions végétales de la Russie sont des colonies arrivées à des époques différentes.

En étudiant les animaux vertébrés et leur distribution géographique, je rencontrai les mêmes questions, car des faits nombreux me persuadèrent que la distribution des animaux ne dépend pas seulement de l'abondance de la nourriture et des conditions de sécurité dans telle ou telle contrée, mais encore d'autres causes qui se rattachent à des particularités climatériques et locales.

Après de longues recherches et un contrôle exact d'un grand nombre de faits, je puis affirmer positivement que les causes de la distribution des espèces animales se trouvent dans l'histoire éloignée du pays, et que les changements géologiques, qui ont eu lieu, ont eu la plus grande influence sur cette distribution. Voici donc le résumé de mes recherches sur le Tchernozèm :

1° L'opinion de Huot, d'Eversmann et de Ruprecht sur l'origine terrestre du Tchernozèm est exacte.

2° Cependant, le Tchernozèm s'est formé et continue à se former des restes de la végétation, non-seulement des steppes, comme le soutient M. Ruprecht, mais encore de celle *des forêts,* contrairement à l'opinion de ce dernier.

3° L'épaisseur, la couleur, la composition et la nature du Tchernozèm sont fort variables et dépendent entièrement du sous-sol : sur la craie blanche il est maigre et mince ; sur les argiles jurassiques et tertiaires il est gras, plastique et atteint la plus grande épaisseur.

4° Les couches les plus épaisses du Tchernozèm (*in situ*) ont $1^{m},8$ d'épaisseur. L'opinion de M. Murchison,

qui affirme que l'épaisseur des couches du Tchernozèm atteint 6$^{m}$, est erronée.

5° Le Tchernozèm n'appartient pas exclusivement à la Russie. On le trouve : sur les chaînes de l'Altaï, du Tian-Chan, du Caucase (où je l'ai rencontré jusqu'à la hauteur de 3000$^{m}$), dans la Transylvanie (d'après Wojeikow et d'autres) et dans la Moravie (d'après mes propres observations). En 1873 et 1874, M. Alexandre Wojeikow a reconnu la présence de Tchernozèm dans l'Amérique du Nord (dans les parties supérieures du bassin du Mississipi, jusqu'aux montagnes Rocheuses et à la contrée des Grands lacs).

6° En Russie, le Tchernozèm (*in situ*) ne se trouve jamais plus bas que 170$^{m}$ au-dessus du niveau de la mer.

On peut de tous ces faits tirer la conclusion suivante :

*Le Tchernozèm n'est autre chose que la décomposition des plantes terrestres, et son épaisseur montre que la région qu'il occupe a été émergée depuis fort longtemps.*

Nous espérons pouvoir bientôt prouver que cette émersion date de la fin, ou peut-être du milieu de l'époque tertiaire. L'absence du Tchernozèm dans le désert Aralo-Caspien et dans la région des blocs erratiques s'explique simplement par le fait que ces deux contrées ont été abaissées au niveau de la mer à une époque géologiquement peu éloignée.

Cette conclusion m'aida à résoudre plusieurs problèmes zoologigues et à expliquer, dans l'histoire du monde animal, bon nombre de faits qui jusque-là étaient restés obscurs. Mais ces faits sont trop nombreux pour les indiquer ici, et je me bornerai à retracer en quelques mots

l'histoire des plaines de la Russie et celle de leur faune, depuis l'époque des glaciers.

Dans le temps où les immenses glaciers couvraient les parties montagneuses de l'Europe occidentale, les plaines russes se trouvaient alors placées plus haut qu'actuellement. Le climat continental y était à son plus haut degré de développement et la plus grande partie de la région du Tchernozèm était occupée par les steppes avec leur faune caractéristique (*Arctomys baibac*, *Spermophilus guttatus*, *Ellobius talpinus*, *Alactaga jaculus*, *Lagomys pusillus*, *Spermophilus rufescens*, *Cricetus frumentarius*, *Otis tarda*, *Otis tetrax*, *Glareola Nordmanni*, etc.). A cette époque quelques animaux émigrèrent du Midi (de l'Asie Mineure) dans les steppes russes (*Fœtorius sarmaticus*, *Spalax typhlus*, *Anthropoides virgo*, *Merops apiaster*, etc.).

La prédominance des steppes, résultat de l'influence du climat continental, empêchait les animaux et les forêts du Nord de s'avancer vers le Midi, au travers de ces plaines.

En observant les traces de la migration animale dans l'Europe occidentale, durant l'époque glaciaire, on a constaté qu'elle s'est étendue bien plus au midi, par exemple jusqu'aux Pyrénées (*Cervus tarandus*, *Lepus variabilis*, *Tetrao albus*, etc.). Le point de départ de cette colonisation fut la Scandinavie.

Pas un seul animal de la Sibérie ne se rencontre parmi ces colons du Nord de l'Europe occidentale. Ce fait singulier provient de ce que la plus grande partie de l'Oural était recouverte d'un immense glacier qui empêchait les animaux d'émigrer de la Sibérie vers l'occident. Ce glacier rejeta la flore et la faune de l'Oural vers ses em-

branchements méridionaux, où nous les retrouvons encore de nos jours, entourées par les steppes.

Pendant l'époque glaciaire, un autre groupe de colons sortait de l'Europe occidentale et s'avançait de la région des Alpes vers le nord ; ils pénétrèrent alors en Angleterre et dans la partie méridionale de la Scandinavie (*Synotus barbastellus, Cervus elaphus, Cervus capreolus, Lepus europæus, Myoxus avellanarius,* etc.). Mais les steppes russes, avec leur climat rigoureux, étaient un obstacle à la migration de ces animaux, et le plus grand nombre s'arrêtaient sur le versant oriental des Carpathes.

Après des milliers de siècles, nous trouvons un aspect très-différent dans les plaines russes. Un large isthme réunit les Carpathes à l'Oural. Cet isthme est traversé par des détroits en deux endroits (vallées du Wolga et du Dnièper). Au nord, on remarque une île couverte d'un glacier (la Finlande). Les glaçons chargés de blocs se détachent de ce glacier et sont emportés par les vents à la surface d'une mer peu profonde. Ils laissent des blocs sur les bancs de sable. Au midi, une autre mer, également peu profonde et dont les eaux sont peu salées, la mer Aralo-Caspienne, inonde toute la partie basse du désert et réunit les mers Noire, Caspienne et Aral en un bassin qui se joint aussi à l'Océan glacial par le bassin de l'Ob.

La faune littorale (*Grallæ* et *Natatores*) se trouva ainsi reculée au Nord par la mer, et peupla les bords et les golfes de la région du Tchernozèm. Sur le versant oriental de l'Oural, la faune littorale de la mer Caspienne (*Aegithalus caspius, Calamoherpe turdoides, Pelecanus crispus, Anas tadorna, Anas rutila, Sterna caspia,* etc.)

s'avança vers le Nord et se mêla à la faune littorale de l'Océan glacial (*Anas nigra, Anas fusca, Anas histrionica. Colymbus arcticus* et *C. septentrionalis*, etc.). Les traces de ces phénomènes se remarquent encore de nos jours. Par les détroits du Wolga et du Dnièper, la faune caspienne parvint jusqu'aux bords de la mer sur laquelle s'opérait le transport des blocs erratiques (*Aegithalus pendulinus, Platalea leucorodia, Ardea purpurea*, etc.): les restes de cette migration se remarquent aussi jusqu'à maintenant dans les marais de Pinsk (*Agithalus pendulinus, Ardea purpurea, Platalea leucorodia*, etc.), et dans les vallées du Wolga et du Cama (*Aegithalus caspius, Pelecanus crispus, Carbo cormoranus, Anas rutila*, etc.): Au contraire, dans la mer Caspienne, on retrouve les colons de l'Océan glacial, par exemple : *Idothea entomon, Mysis relicta, Ampharete Kowalewskii* O. Grimm, *Echinorhynchus strumosus, Coregomus leucychtis, Phoca caspica*, etc.).

La sécheresse du climat continental se changea en climat maritime, tempéré et humide. La flore des forêts eut l'avantage dans la lutte avec la flore des steppes, et je pense qu'à cette époque plusieurs espèces d'arbres à feuilles caduques se répandirent dans les steppes de l'Occident. Plusieurs d'entre ces dernières parvinrent jusqu'à l'Oural et s'arrêtèrent sur le versant occidental de cette chaîne, vers la limite des forêts de conifères (*Quercus pedunculata, Tilia europea, Acer platanoides*, etc.). D'autres ne purent atteindre cette limite (*Fraxinus excelsior, Caprinus Betulus, Quercus Robur, Fagus sylvaticus*, etc.). Beaucoup d'animaux suivirent certainement la même marche que les végétaux.

Les meilleures preuves que la région du Tchernozèm

ne fut pas abaissée au niveau de la mer se voient, non-seulement dans le fait que les alluvions caspiennes et erratiques n'y pénètrent point, mais encore et surtout dans la présence, dans les vallées du Wolga et du Don, d'un intéressant insectivore, le DESMAN (*Myogale moscovitica* Desm.).

Malgré tous les avantages climatériques, la végétation des forêts ne put supplanter complétement celle des steppes, ce qui est démontré par la présence des formes caractéristiques des plantes et des animaux des steppes conservés encore de nos jours dans cette contrée et qui n'ont pu y parvenir à une époque plus récente à travers le désert Aralo-Caspien.

Après quelques milliers de siècles encore, le tableau changea de nouveau d'aspect. Le continent s'éleva et les bassins des mers se partagèrent. Le nord de la Russie et le désert Aralo-Caspien émergèrent et se desséchèrent. La faune littorale se retira alors de la région du Tchernozèm vers le nord et vers le midi. L'Oural, dont les glaces étaient fondues, laissa un libre passage à la migration des végétaux et des animaux de la Sibérie vers l'occident. La région des blocs erratiques se colonisa de deux côtés : de la Scandinavie (*Picea vulgaris*, etc.), de la région du Tchernozèm et de la Sibérie à travers l'Oural (*Picea obovata, Abies pichta, Pinus Larix, Pinus Cembra*, etc., *Mustela Zibellina, Pteromys volans, Tamias striatus, Myodes obensis, Myodes torquatus, Perisoreus infaustus, Euspiza aureola, Emberiza rustica, Emb. pityornus, Emberiza pusilla, Carpodacus erythrina, Limosa cinerea*, etc.).

La colonisation du désert Aralo-Caspien se forme avec l'aide de tous les pays environnants (comme les steppes de la région du Tchernozèm, le Caucase, l'Elbourse, la

Perse, l'Afganistan, le Tian-Chan, l'Altaï et la Sibérie). Chaque fleuve, le Wolga, l'Oural, le Sir-Daria, l'Amou-Daria, etc., passant à travers le désert, amène la flore et la faune de la partie supérieure de son cours. Par exemple : dans la vallée du Wolga, on rencontre plusieurs espèces de *Salix*, de *Populus*, etc., ainsi que les *Picus major, Picus minor, Parus major*, etc.; dans la vallée du Sir-Daria on a trouvé *Populus diversifolia*, des *Salix* d'espèces asiatiques, *Picus Cabanisi, Phasianus mongolicus* et *Felis tigris;* dans la vallée de l'Amou-Daria, *Populus diversifolia, Eleagnus sp?, Felis tigris, Canis aureus, Picus chan* de Fil., *Parus bokharensis, Phasianus oxianus n. sp.*, etc.). Beaucoup de plantes et d'animaux typiques arrivaient des déserts sablonneux de l'Asie méridionale et même de l'Afrique, à travers les déserts de l'Asie Mineure.

Nous voici enfin arrivés à l'époque historique qui n'est pas moins intéressante. Ici nous assistons à des changements dans la flore et dans la faune qui se passent en quelques dizaines d'années, tandis qu'autrefois ils prenaient des milliers de siècles pour s'effectuer. La cause de ces changements, relativement si prompts, ne se trouve plus seulement dans les oscillations du continent (qui cependant continuent toujours), mais encore dans l'influence de l'homme sur les effets de la nature.

Depuis un millier d'années que le peuple russe a commencé à cultiver le pays, bien des choses ont disparu dans la nature de ces contrées; par exemple, de grandes forêts, avec lesquelles s'éloignent non-seulement des végétaux, mais aussi des animaux. Les champs, avec leur pauvre faune, ont pris la place des forêts. Les steppes vierges de la région du Tchernozèm n'existent presque

plus et sont remplacés par des champs labourés; les animaux qui les habitaient autrefois se sont retirés, ou bien, s'accommodant à la nouvelle nourriture que leur procuraient les champs de blé, deviennent le fléau de ces récoltes (*Spermophilus guttatus*, etc.). Ces parasites se répandirent ensuite plus loin vers le Nord, en suivant de près la culture du sol.

Toutes ces recherches m'engagent à partager la Russie d'Europe de la manière suivante :

*A.* Contrées de l'ancienne population :

1. *Région des montagnes de l'Oural.*
2. *Région du Tchernozèm.*
   *a*) *Partie septentrionale, zone boisée.*
   *b*) *Partie méridionale, zone des steppes.*
3. *Région des montagnes de la Crimée.*

*B.* Contrées de la nouvelle colonisation.

4. *Région des blocs erratiques.*
5. *Région Aralo-Caspienne.*

Je pense pouvoir prouver, en publiant bientôt *in extenso*, dans un ouvrage complet, toutes les recherches que je viens d'exposer sommairement, que l'introduction dans la géographie zoologique de semblables principes permettra, en même temps, d'établir des régions rationnelles et d'étudier plus facilement l'histoire des espèces et les variations de leurs types.

---

## RECHERCHES DE M. FRANCIS GALTON

SUR LES

# JUMEAUX DANS L'ESPÈCE HUMAINE.

---

Depuis plusieurs années M. Francis Galton déploie un grand zèle dans l'étude des faits d'hérédité. Il a publié déjà deux ouvrages importants[1], et voici qu'en 1875 il fait connaître, dans le *Journal de l'Institut anthropologique* de Londres, d'autres documents originaux et des vues théoriques dont l'intérêt ne peut échapper à personne. Nous ne parlerons pas, pour le moment, de l'article intitulé *Théorie de l'hérédité*, parce que son analyse exigerait d'assez longues explications. Nous nous proposons seulement d'extraire deux articles[2] sur les ressemblances et dissemblances des jumeaux, dans lesquels l'auteur a eu surtout en vue de constater l'influence relative de la naissance et du développement ultérieur individuel.

M. Galton a procédé par voie d'enquête, comme il l'avait fait pour les savants distingués de l'époque actuelle en Angleterre. Il a donc adressé à des familles dans lesquelles il connaissait l'existence de jumeaux une série de questions imprimées, qui se terminait en demandant de vouloir bien signaler d'autres familles ayant eu aussi des

[1] Hereditary genius, un vol. in-8°. Londres, 1869; English Men of Science, un vol. in-8°, Londres, 1874.

[2] The History of twins, as a criterion of the relative powers of Nature and Nurture, et Short notes on Heredity etc. in twins; tirés du Journal of the anthropological Institute, 1875.

naissances multiples. Par ce procédé il a obtenu des informations, très détaillées, sur 94 cas de jumeaux. Les parents ont répondu sans difficulté, comme on pouvait l'attendre du public anglais, plus disposé que beaucoup d'autres à prendre les enquêtes au sérieux et à favoriser toute recherche scientifique.

Il y a malheureusement un point essentiel sur lequel personne, excepté le chirurgien accoucheur, ne peut renseigner exactement, c'est la nature de chaque naissance double. On sait, et M. Galton le rappelle à plusieurs reprises, qu'il y a deux sortes de jumeaux. Les uns proviennent de deux ou plusieurs ovules également fécondés et développés; les autres du développement de deux germes du même ovule. D'après un auteur[1] qui a étudié ce point, les véritables jumeaux, provenant d'un seul ovule, seraient dans la proportion de 24 °/₀ du nombre total, tandis que généralement on les croyait moins nombreux. Ils naissent enveloppés dans une seule membrane, et toujours *ils sont du même sexe.* Ceci est d'un grand intérêt, car on peut en déduire une ressemblance plus intime des deux jumeaux, et aussi des aperçus, qui n'ont probablement pas échappé à l'auteur, sur l'origine des différences sexuelles. Deux points du même ovule donnant toujours des individus de même sexe, quoique fécondés peut-être par deux spermatozoïdes, il est à présumer que l'action fécondante du mâle fournit seulement une impulsion et communique certaines qualités, tandis que la cause du sexe, dont on apercevra plus tard les traits distinctifs, existerait déjà dans l'ovule antérieurement à la fécondation. Ceci viendrait à l'appui des idées émises par

[1] Späth, dans Zeitschrift der Wiener Ges. der Ærtzte, 1860.

M. Thury, à la suite d'observations sur l'espèce bovine [1]. On objectera que ces observations n'ont pas été confirmées, mais il existe des difficultés si nombreuses de détail qu'elles peuvent très bien avoir fait échouer, sans que les expériences primitives aient été fausses.

La double nature des jumeaux s'est manifestée immédiatement à M. Galton dans certains faits de son enquête. Il s'est trouvé, par exemple, des jumeaux d'une ressemblance extrême, comme les livres d'anecdotes et par suite les romanciers en mentionnent fréquemment, mais aussi il y a eu des cas de grandes dissemblances. Les calculs statistiques ne seront satisfaisants que si des médecins accoucheurs notent les naissances doubles des deux espèces et suivent ou donnent, par leurs indications, les moyens de suivre le développement des deux catégories de jumeaux. Malgré ce déficit, M. Galton n'en a pas moins constaté, sur l'ensemble des jumeaux, des faits bien dignes de l'attention des naturalistes.

Sur 94 réponses à lui adressées il s'est trouvé 80 cas de très grandes ressemblances, dont 35 particulièrement frappants. « Pour quelques-uns, dit l'auteur, aucune différence n'avait pu être indiquée. Pour les autres, la couleur des yeux et des cheveux était presque toujours identique; la taille, le poids et la force musculaire étaient aussi généralement semblables. Cependant il s'est trouvé quelquefois une diversité notable dans ces caractères, quoique la ressemblance fût d'ailleurs très grande. Pour ces 35 couples de jumeaux, les manières et la contenance sont décrites comme très semblables, avec une différence d'expression connue des parents, mais dont les étrangers

[1] Thury, Mémoire sur la loi de production des sexes; broch. in-8°. Genève, 1863.

ne s'aperçoivent pas. L'intonation de la voix, au parler, est ordinairement la même, et cependant il n'est pas rare d'entendre deux jumeaux chanter dans des tons différents. Chose bizarre, un détail sur lequel on trouve rarement l'identité, c'est l'écriture. Je ne puis guère me l'expliquer, dit M. Galton, vu la continuité singulière des écritures dans les familles, mais je puis affirmer le fait. Je n'ai recueilli qu'un seul cas dans lequel personne, pas même les jumeaux, ne pouvait distinguer leurs notes manuscrites, à peine deux ou trois dans lesquels leurs écritures ne pouvaient pas être différenciées par d'autres, et seulement quelques cas dans lesquels on remarquait une écriture fort analogue. Au contraire j'ai eu de nombreux cas où l'on a remarqué des écritures différentes et, dans quelques-uns, il a été dit : c'est la seule différence qui existe. Ainsi l'écriture est un indice très délicat d'une différence d'organisation. Je recommande ceci aux personnes qui se montent la tête sur l'art de découvrir les caractères d'après les écritures. » Qu'il nous soit permis d'ajouter une réflexion. Les jumeaux ou jumelles ont presque toujours le même maître pour apprendre à écrire, ce qui rend plus étonnante encore cette diversité de la main, en dépit de ressemblances extérieures et intérieures très notables.

Les parents n'ont pas manqué de raconter des faits curieux de quasi-identités. Ce sont des jumeaux que la mère était obligée de distinguer par un ruban et où cependant l'un a été nourri, drogué et puni à la place de l'autre. Dans une famille la mère n'est pas bien sûre que ses enfants n'aient pas été changés dans leur bain, de sorte que A est peut-être B, ou vice versâ, en dépit de toute inscription civile et de tout baptême. A un âge moins tendre, les mères ne font plus d'erreur, mais souvent les étrangers.

Deux demoiselles s'entendaient pour que leur professeur de musique donnât, sans s'en apercevoir, deux leçons de suite à l'une afin que l'autre eût un plus long congé. Les mêmes, au bal, changeaient de danseurs sans que ceux-ci s'en aperçussent. Leur ressemblance a diminué très peu avec l'âge. Deux garçons faisaient maintes polissonneries dans leurs classes et ne voulaient jamais déclarer lequel des deux était coupable. Grande perplexité des maîtres, d'autant plus qu'il s'agissait de la punition caractéristique des écoles anglaises. Un des maîtres ne voulait punir aucun des deux jumeaux, tandis qu'un autre les fouettait tous les deux. De ces détails anecdotiques l'auteur passe aux ressemblances internes manifestées par des maladies semblables et simultanées, mais ce sont des faits qui ont été souvent signalés. Le développement des ressemblances et différences avec le progrès des années mérite plus d'attention.

Trente-cinq couples de jumeaux étaient donnés comme à peu près identiques pendant l'enfance et la jeunesse. « J'ai cherché avec un vif intérêt dans les réponses à mes questions, dit M. Galton, quels changements de conditions chez les individus ont produit ultérieurement les plus fortes variations. Les faits n'ont pas été le moins du monde ce que j'attendais. Dans certains cas la ressemblance corporelle et intellectuelle a continué sans changement jusqu'à la vieillesse, malgré des conditions de vie très différentes; tandis que, dans d'autres cas, les parents ont attribué certaines diversités survenues uniquement ou presque uniquement à une maladie. Dans quatre exemples c'était la fièvre scarlatine; dans un autre le typhus; dans un autre encore on attribuait quelque influence à une fièvre nerveuse; ensuite certaines réponses indi-

quent le climat de l'Inde, une maladie non désignée de neuf mois, des veines variqueuses ou une fracture de la jambe, qui avaient empêché un des jumeaux de prendre de l'exercice; enfin, dans trois cas on mentionnait seulement la mauvaise santé. Il n'y a d'allusion que dans un nombre restreint de cas à des causes réunies de plusieurs petites influences, et dans aucun cas on ne m'a signalé ces causes secondaires comme ayant exercé une action notable ou décisive. Il ne s'est pas trouvé une seule réponse contenant un mot sur ce que la diversité croissante des jumeaux serait due à une ferme volonté de tous deux ou de l'un d'eux, qui aurait triomphé de dispositions naturelles, et cependant une grande partie de mes correspondants étaient des ecclésiastiques dont les opinions, d'après leurs propres lettres, sont contraires à l'idée d'une direction de la vie imposée nécessairement. »

L'auteur conclut de son investigation que la nature est plus forte que ce qu'il désigne sous le nom de *nurture*, par où il entend probablement les influences ultérieures d'habitude, profession, climat, volonté, etc. La démonstration serait plus satisfaisante s'il était possible d'étudier un certain nombre de jumeaux qui auraient été soumis dès leur enfance, ou au moins dès leur jeunesse, à des conditions sensiblement différentes, mais des faits de ce genre sont rares et difficiles à condenser. L'influence des maladies est considérable d'après les données de M. Galton. La constitution, dans la jeunesse, n'est pas élastique autant qu'on pourrait le croire, puisque telle maladie laisse une marque durable sur des individus antérieurement semblables. « Ceci me rappelle, dit M. Galton, une observation faite par un de mes amis, qui m'avait extrêmement frappé. Il avait mesuré de mois en mois la circonférence de la tête

de ses enfants pendant les premières années de leur vie et en avait construit des courbes sur une feuille de papier. Ces courbes offraient de l'uniformité dans leur ensemble, cependant chacune avait des haltes dans la croissance, comme des repos dans un escalier. Le développement avait été arrêté par quelque cause et cela n'avait pas été réparé ensuite. Or, mon ami avait noté sur la même feuille les petites maladies de ses enfants et il s'est trouvé que chaque halte répondait à l'une de ces maladies. Je fus intimement persuadé d'après cela que, si l'on avait éludé les maladies, le développement aurait été en somme plus considérable. En d'autres termes, les maladies avaient pris non-seulement sur les revenus, mais aussi et fortement sur le capital des enfants. J'engagerai les hommes de science à répéter ces observations dans leurs familles. »

Passant au cas de différences notables entre des jumeaux, M. Galton remarque qu'ils ne sont pas rares. Il en avait 20 sur 94 dans ses documents, mais on ignore, il faut se le rappeler, combien de ces jumeaux venaient de deux ovules et combien d'un seul. Dans celles de nos espèces domestiques où les portées sont multiples, on sait qu'il est nécessaire de trier les petits pour maintenir la pureté de la race. Chez les végétaux, les graines ordinairement nombreuses d'un même ovaire donnent aussi des produits assez souvent dissemblables, et l'on n'a pas encore observé si, dans les conifères et les aurantiacées, où plusieurs embryons naissent souvent d'un même sac embryonnaire, les individus, véritablement jumeaux dans ce cas, présentent une ressemblance plus grande que celle des embryons venant de plusieurs ovules distincts. Quoi qu'il en soit de ces cas étrangers à l'homme, et dans l'impossibilité où l'on est de séparer dans l'espèce hu-

maine les jumeaux des deux catégories, il faut se borner à constater que les frères jumeaux sont quelquefois complétement dissemblables, au physique et au moral, depuis leur naissance et plus tard. « Mon frère jumeau et moi, a écrit un étudiant de Cambridge qui a gagné le grand prix de mathématiques, étions aussi différents qu'il est possible de l'être. Lui était contemplatif, poétique, littéraire au plus haut degré. J'étais pratique, calculateur et linguiste. Avec nous deux on aurait fait un homme complet. Mes deux fils, a dit un père, ont été élevés exactement de la même façon ; ils se portent à merveille et sont vigoureux, mais ils diffèrent autant que deux garçons peuvent différer au point de vue physique, intellectuel et sous le rapport des sentiments. Même assertion pour deux autres jumeaux élevés ensemble jusqu'à l'âge de 15 ans. Tous ces faits, continue M. Galton, me font demander, non sans surprise de ma part, si l'éducation (nurture) peut donner quelque chose de plus que l'instruction et une profession. Ma seule crainte est que les faits de mon enquête ne prouvent trop, car il paraît contraire à l'expérience générale que l'éducation produise si peu. » Suivent des réflexions sur ce point, qui ne manquent pas d'intérêt, mais elles sortent du domaine ordinaire des sciences naturelles, et nous croyons plus utile d'y rester, en mentionnant encore quelques recherches de notre auteur.

On a remarqué souvent que les jumeaux sont moins rares dans certaines familles que dans la moyenne. M. Galton, avec ses renseignements sur des individus jeunes ou peu âgés, n'a pas pu savoir quelle a été leur descendance, mais il a constaté le nombre de leurs oncles et tantes et, parmi ceux-ci, il y avait un individu né jumeau sur vingt personnes, proportion plus forte que dans la po-

pulation anglaise où, d'après des calculs faits, elle est de 1 sur 50.

Quoique les 94 familles de l'enquête se soient trouvées nombreuses, comprenant par la somme des pères, mères, oncles et tantes 632 individus, M. Galton partage, sans pouvoir la démontrer par des chiffres, une opinion assez répandue en Angleterre, que les jumeaux auraient une fécondité inférieure à celle de la moyenne. Sir John Simpson, dans ses Mémoires sur l'art obstétrique, a soutenu que le public anglais est dans l'erreur sur ce point. Cependant, pour l'espèce bovine, une opinion semblable existe depuis longtemps en Angleterre et, d'après les recherches de Hunter, elle est fondée. Dans ce pays où les agriculteurs, en général, observent bien les faits concernant les animaux, il est admis que, dans le cas d'une double naissance de l'espèce bovine, lorsque les sexes sont différents, la femelle sera inféconde. Elle est envoyée à la boucherie sous le nom de *Martin*, ancienne expression qui vient de ce qu'on tuait jadis beaucoup de bestiaux à la Saint-Martin. Hunter a fait l'autopsie de trois de ces vaches Martin et a trouvé leurs organes reproducteurs mal conformés, intermédiaires entre les deux sexes. Selon M. Galton, rien de pareil n'existe dans l'espèce humaine et il ne faut pas croire ce qu'on avance quelquefois en Angleterre que les jumeaux n'ont pas de descendance, mais les documents obtenus en disent assez, selon lui, pour être certain que, par une cause ou par une autre, ils se marient moins souvent que les individus non jumeaux et contribuent moins à l'accroissement de la population. Ce sujet n'est pas encore bien éclairci. Il mériterait une recherche spéciale statistique, à faire dans un pays où les

registres de l'état civil seraient sur de bonnes bases, avec des répertoires commodes.

Citons enfin, pour terminer, un détail curieux. Une femme, de celles qui ont répondu à M. Galton, a eu des couches simples et des couches doubles, dont le nombre n'est malheureusement pas indiqué. Les enfants isolés ont toujours eu six doigts aux pieds et aux mains, et les enfants jumeaux en ont eu le nombre normal de cinq, — disposition extraordinaire et constitutionnelle à des propagations multiples.

ALPH. DE C.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

---

## PHYSIQUE

### Rassegna semestrale delle Scienze fisico-naturali in Italia. Anno I-1875, vol. I.

Sous le titre de *Revue semestrielle des Sciences physiques et naturelles en Italie*, MM. les docteurs *G. Cavanna* et *G. Papasogli*, avec le concours de plusieurs professeurs et docteurs de renom, se proposent de donner, de six mois en six mois, un compte rendu complet de tous les travaux faits dans les diverses branches physiques et naturelles de la science, tant par des auteurs italiens que par des auteurs étrangers sur des sujets ayant rapport à l'Italie.

L'utilité incontestable d'un pareil recueil et l'abondance des matières renfermées dans les 445 pages du beau premier volume que j'ai entre les mains ne peuvent manquer de faire naître dans l'esprit de chacun, en même temps, la reconnaissance envers les promoteurs de cette revue consciencieuse et le regret de ne pas trouver dans d'autres pays un travail aussi complet.

Le groupement rationnel des diverses matières et la précision des comptes rendus fournis, dans chaque branche, par des hommes très-capables, permettent facilement d'embrasser en un coup d'œil les progrès successifs et les découvertes de la science dans ce beau pays de l'Italie, si intéressant à tant d'égards.

. L'épigraphe inscrit au titre, *Pro scientia, pro patria*, montre suffisamment le but entièrement désintéressé de cette

précieuse publication, et la confiance qu'en ce cas on peut largement accorder aux zélés directeurs de cette œuvre toute scientifique et patriotique.

Les matériaux rassemblés par les Drs Cavanna et Papasogli forment treize parties successives, auxquelles un index, placé en tête du volume, renvoie avec la pagination pour chaque travail particulier.

La première partie, la Physique (p. 1-38), comprend l'ensemble des extraits collationnés par le prof. *A. De Eccher*. La seconde partie, la Chimie (p. 39-74), est le résultat des nombreuses compilations du docteur *G. Papasogli*. Après celle-ci, la Minéralogie (p. 75-126), est donnée par le prof. *G. Grattarola*. Puis, la quatrième, la Géologie (p. 127-156), est traitée par le docteur *C. De Stefani*. Ensuite viennent : Botanique (p. 157-198), par le prof. *G. Arcangeli*; Zoologie et Anatomie des Vertébrés (p. 199-246), par le doct. *G. Cavanna*; Histologie (p. 247-270), par le prof. *G. Paladino*; Physiologie (p. 271-306), par le prof. *A. Stefani*; Paléontologie des Vertébrés (p. 307-328), par le doct. *C. Forsyth Major*; Zoologie et Anatomie des Invertébrés (p. 329-368), par le prof. *A. Targioni-Tozzetti*; Anthropologie, Ethnologie et Protohistoire (p. 367-394), par le prof. *A. Zannetti*; Paléontologie des invertébrés et Paléofitologie (p. 395-418), par le prof *C. D'Ancona*; enfin, Géographie et Voyages (p. 419-445), par le prof. *E.-H. Gilioli*[1].

Dans chacune de ces parties, les comptes rendus, tantôt assez sobres, tantôt plus allongés, selon la nature du sujet, me paraissent également substantiels et bien déduits. Les

[1] Remarquons en passant que l'ordre des diverses parties ne suit pas, dans la pagination, le classement beaucoup plus naturel des matières adopté ensuite dans l'index et placé en tête du volume. Peut-être ce désaccord provient-il nécessairement du mode de publication ou de l'époque variable de la rentrée des divers comptes rendus; en tous cas, cette observation conserve peu d'importance en face de l'arrangement, comme je l'ai dit, très-clair et parfaitement rationnel de la table soit de l'index.

raisonnements, les récits et les descriptions sont, les uns comme les autres, généralement rendus avec netteté et dans leurs traits les plus saillants.

En un mot, je ne puis que féliciter les deux savants qui ont pris l'initiative de cette œuvre éminemment utile, et recommander chaudement à tous les amateurs de la science une Revue si méritoire à tant de points de vue.

Le premier volume, bel octavo, qui vient de paraître, coûte 8 frs. pour l'Italie et 9 frs. pour l'étranger. Les conditions d'association ou d'abonnement pour un an, soit pour deux volumes, sont de 12 frs. pour l'Italie et de 14 frs. pour l'étranger. Les directeurs sont, comme je l'ai dit, MM. *G. Caranna* et *G. Papasogli*, au Musée de Physique et d'Histoire naturelle à Florence. C'est à cette adresse[1] qu'il faut envoyer les mémoires. Quant aux abonnements, s'adresser plus spécialement, par un bon sur la poste, au second de ces Messieurs[2].

La culture des sciences est, comme on le sait, très en vogue en Italie; mais l'on n'était malheureusement pas jusqu'ici facilement à même de se tenir toujours au courant des nombreux travaux de nos excellents voisins dans les diverses branches. C'est donc de grand cœur que nous souhaitons la bienvenue à cette *Revue italienne*, la première dans son genre et la plus étendue.

Cette publication nous paraît appelée à rendre de grands services, soit aux auteurs qui y voient relatés leurs ouvrages, soit aux savants qui ont besoin de connaître la littérature scientifique de l'Italie.

Une bibliographie de cette nature peut seule donner une idée exacte du mouvement scientifique d'un pays.

V. F.

[1] Ai Direttori della Rassegna semestrale delle Scienze Fisico-Naturali in Italia. R. Museo di Fisica et Storia Naturale, Firenze.

[2] Al Dott. Giorgio Papasogli al laborario di Chimica, Via Gino Capponi (già S. Sebastiano), nº 3, Firenze.

## CHIMIE.

LECOQ DE BOISBAUDRAN. NOUVELLES RECHERCHES SUR LE GALLIUM. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXXXII, p. 1036.)

M. Lecoq de Boisbaudran a présenté à l'Académie des Sciences de Paris, dans sa séance du 1er mai, une nouvelle note sur le gallium[1]. On a de plus donné lecture dans cette séance d'un paquet cacheté, déposé par lui le 6 mars, relatif au même sujet.

Les propriétés très-remarquables et caractéristiques de ce nouveau métal accompagnant le zinc dans les blendes, et la difficulté d'un pareil travail, en raison des proportions excessivement faibles que l'auteur en a pu recueillir jusqu'à présent, nous engagent à reproduire intégralement ces deux notices.

Le pli cacheté contenait la note suivante :

« L'échantillon de gallium métallique que j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie par l'obligeante entremise de M. Wurtz avait été obtenu par l'électrolyse d'une solution ammoniacale de sulfate de gallium ; le métal ainsi préparé était *solide* et même assez dur ; sa solution dans l'acide chlorhydrique donnait brillamment les raies du gallium et *beaucoup plus faiblement* celles du zinc ; ce métal était donc bien du gallium contenant, d'après les indications spectrales, seulement de petites quantités de zinc et quelques traces insignifiantes d'autres métaux.

« La solubilité de l'oxyde de gallium dans l'ammoniaque n'étant pas très-grande, j'ai cherché un autre dissolvant qui permît d'obtenir des solutions concentrées et convenables pour l'électrolyse. La potasse caustique dissout une grande quantité d'oxyde de gallium : cette solution s'électrolyse aisé-

[1] Voyez *Archives*, 1875, tome LIV, p. 283.

ment : mais le métal obtenu par ce procédé est *liquide* et non solide, comme l'était celui qui provenait d'une solution ammoniacale.

« Voici les observations que j'ai faites sur à peu près 1 milligramme de gallium liquide :

« 1° Un *très-petit* globule exposé à l'air libre pendant plus de trois semaines n'a pas perdu de sa liquidité, non plus que son éclat métallique.

« 2° Le métal se dépose sur le platine de l'électrode négative avec l'aspect d'un enduit mat, gris blanc, formé de nombreux petits globules : il est dissous à froid par l'acide chlorhydrique étendu, avec un vif dégagement d'hydrogène.

« 3° La solution chlorhydrique du métal donne un beau spectre de gallium et faiblement les raies du zinc : celles-ci sont moins marquées qu'avec le gallium solide extrait de la solution ammoniacale.

« 4° Le résidu de l'évaporation ménagée de la solution chlorhydrique du métal liquide n'est pas coloré par l'iodure de potassium, non plus que par l'ammoniaque, ni par le sulfhydrate d'ammoniaque. Le résidu sec de l'évaporation était néanmoins suffisant pour être nettement visible. Il n'y avait donc pas de mercure.

« 5° Du gallium liquide déposé par électrolyse sur une petite lame de platine fut chauffé au rouge ou presque au rouge ; il adhéra alors et sans doute s'allia au platine et résista à l'action de l'acide chlorhydrique, mais il fut attaqué par l'eau régale faible, en même temps qu'un peu de platine : la solution donna les raies du gallium. Il se détacha de la surface du platine une légère pellicule blanche insoluble dans l'eau régale : c'était peut-être de l'oxyde de gallium rendu inattaquable par la calcination.

« A l'époque de ces expériences, il me restait encore une partie du gallium solide présenté à l'Académie et qui m'avait été retourné ; j'en profitai pour m'assurer de nouveau de la dureté de ce gallium et de la nature de son spectre, que je trouvai, comme auparavant, être principalement constitué

par les brillantes raies du gallium avec faibles raies du zinc et traces insignifiantes d'autres métaux.

« On ne peut guère attribuer la liquidité du gallium obtenu par électrolyse d'une solution potassique à la présence d'une petite quantité de potassium que l'on supposerait avoir été réduit par le courant voltaïque; car le métal alcalin aurait été rapidement oxydé, soit pendant les lavages, soit au contact de l'air humide. Je pense donc que le gallium pur est réellement liquide : si je l'ai d'abord obtenu à l'état solide, c'est probablement par suite de son alliage avec de petites quantités d'autres métaux, de zinc en particulier. Il convient d'observer, en effet, que le gallium solide était un peu moins pur que le gallium liquide. La solidité du gallium semble donc être déterminée par des quantités relativement peu considérables de métaux étrangers.

« On peut encore supposer que, lors de l'électrolyse de la solution ammoniacale, il ne se dépose pas du gallium pur, mais une combinaison ou un alliage de ce métal avec les éléments de l'ammoniaque (hydrure, amidure, azoture ?).

« J'attends avec impatience le moment, prochain j'espère, où, possédant plusieurs centigrammes de gallium purifié, il me sera possible d'examiner à mon aise des propriétés physiques qui promettent d'être intéressantes. »

Les résultats signalés dans cette note sont confirmés et développés dans la communication plus récente du 1er mai :

« Je viens de réduire à l'état métallique à peu près 10 centigrammes [1] de gallium, que j'ai lieu de croire très-sensiblement pur.

« Ainsi que je l'avais exposé, le premier échantillon de gallium présenté à l'Académie devait sa solidité à la présence d'une petite quantité de métaux étrangers.

« Le gallium pur fond vers 29°,5 : aussi se liquéfie-t-il dès

[1] C'est le produit pur extrait de 431 kilogrammes de divers minerais. Je possède en outre des produits impurs que j'estime pouvoir contenir encore 2 ou 3 décigrammes de gallium.

qu'on le saisit entre les doigts ; il se maintient très-facilement en surfusion, ce qui explique comment un globule a pu rester liquide pendant des semaines par des températures descendant occasionnellement jusque vers zéro.

« Le gallium électrolysé d'une solution ammoniacale est identique avec celui que l'on obtient au moyen d'une solution potassique.

« Une fois solidifié, le métal est dur et résistant, même à peu de degrés au-dessous de son point de fusion ; il se laisse néanmoins couper et possède une certaine malléabilité.

« Le gallium fondu adhère facilement au verre, sur lequel il forme un beau miroir plus blanc que celui produit par le mercure.

« Chauffé au rouge vif en présence de l'air, le gallium ne s'oxyde que très-superficiellement et ne se volatilise pas ; il n'est point sensiblement attaqué à froid par l'acide nitrique, mais à chaud la dissolution s'opère avec dégagement de vapeurs rutilantes.

« La densité du métal (déterminée approximativement sur un échantillon pesant 64 milligrammes) est 4,7 à 15 degrés, et relativement à l'eau à 15 degrés. La moyenne des densités de l'aluminium et de l'indium est 4.8 à zéro. Ainsi la densité confirme les prévisions théoriques, tandis que l'extrême fusibilité est un fait complétement inattendu.

« Pour les autres propriétés du gallium, je renvoie à mon pli cacheté du 6 mars et à mes précédentes Communications.

« Si l'Académie me le permet, je décrirai prochainement quelques nouvelles réactions des composés du gallium, et j'indiquerai une marche à suivre dans les laboratoires pour extraire le métal de ses minerais. »

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

H. Lebert. — Handbuch der allgemeinen Pathologie und Therapie, als Einleitung in das Klinische Studium und die ærztliche Praxis. — Tübingen, 1876. — Zweite vollständig umgearbeitete Auflage.

M. le professeur Lebert appartient à une race privilégiée de savants qui devient aujourd'hui de plus en plus rare ; c'est un véritable encyclopédiste. Travailleur infatigable, il a su mener de front des recherches spéciales de zoologie et de botanique avec des travaux de premier ordre sur l'anatomie pathologique, sur la physiologie pathologique, sur la médecine pratique, sur la clinique des maladies des organes respiratoires, etc. Après vingt ans de professorat, il vient d'employer ses premiers loisirs à faire une nouvelle édition considérablement augmentée de son *Traité de Pathologie et de Thérapeutique générales.*

La pathologie générale, comme il le dit lui-même, est la partie la plus belle, mais aussi la plus difficile de la médecine ; elle ne se borne pas en effet à l'étude des phénomènes, elle cherche encore à pénétrer la nature intime et les causes des processus morbides. Les problèmes qu'elle soulève, tels que la nature de l'inflammation ou de la fièvre, le rôle des diathèses, et de l'infection dans la genèse des maladies, ont déjà préoccupé bien des générations médicales et enfanté de nombreuses théories dont la plupart n'ont plus qu'un intérêt historique. On néglige peut-être trop aujourd'hui la lecture des Pères de la Médecine ; mais, ce qui rend leurs ouvrages immortels, ce ne sont pas leurs discussions surannées sur l'humorisme et le solidisme, sur l'animisme et le vitalisme, ce sont leurs descriptions magistrales des maladies, ainsi que leurs observations pleines de finesse et d'originalité sur le pronostic et le traitement. La pathologie générale

n'a pas fait son temps, comme le pensent certains esprits étroits; seulement elle ne se perd plus comme autrefois dans les hauteurs nuageuses de la métaphysique, elle serre aujourd'hui les faits de près. Les progrès récents de l'anatomie pathologique, de l'exploration clinique et de la statistique médicale, lui ont fourni une base vraiment scientifique. Aucune de ces branches d'informations ne doit être négligée, mais toutes doivent être subordonnées à la clinique qui est, suivant l'expression si juste de M. Lebert, le vrai champ d'activité du médecin. C'est à cette condition seulement qu'on évitera les généralisations prématurées et le charlatanisme scientifique.

L'ouvrage du professeur Lebert est divisé en trois parties bien distinctes. La première est consacrée à *la constatation* et à *l'analyse des faits* en médecine; elle a été peu changée dans la seconde édition. Nous y relevons seulement le point de vue auquel se place l'auteur. Pour lui, comme pour toute l'école moderne, la maladie n'est qu'une modification de l'état physiologique normal, une rupture de l'équilibre qui caractérise la santé. On ne croit plus aujourd'hui aux entités morbides.

Après avoir étudié les qualités nécessaires au médecin, le professeur Lebert ajoute quelques remarques pleines d'actualité : « Le nombre des observateurs exacts, possédant à la « fois des connaissances étendues et variées, est rare aujour- « d'hui. Les uns ont une prédilection pour les méthodes « physiques d'examen des malades, d'autres s'inquiètent peu « de ce qui a été observé pendant la vie, et se contentent de « renseignements superficiels ou incomplets, pourvu qu'ils « puissent faire une autopsie minutieuse et exacte. D'autres « encore ne s'occupent que de l'analyse des urines ou de « l'examen microscopique des sécrétions, ou bien de re- « cherches thermométriques, accompagnées de courbes in- « nombrables. Toutes ces méthodes sont excellentes et même « indispensables; mais celui-là seul mérite le nom de méde- « cin observateur qui ne néglige au lit du malade aucune

« source d'informations et les complète à l'amphithéâtre par « de patientes recherches, soit à l'œil nu, soit à l'aide du « microscope. »

La seconde partie de l'ouvrage renferme l'étude des *grands processus morbides*. La plupart des chapitres qui la composent ont été entièrement refondus ; ils présentent sous une forme claire et lucide l'état actuel de la science sur la fièvre et les crises, sur l'inflammation, sur l'œdème, sur les hémorrhagies, sur les tumeurs, etc. Chaque article est accompagné de considérations thérapeutiques, basées à la fois sur l'expérience et les indications rationnelles. Ainsi, à propos de l'inflammation, l'auteur trace les préceptes qui doivent guider le médecin dans l'emploi des principales méthodes telles que la saignée, le froid, les toniques, les sédatifs et les révulsifs : à propos de l'hydropisie, il passe en revue successivement l'influence des cures de lait, des diaphorétiques, des purgatifs et des diurétiques. Toutes ces questions délicates sont traitées d'une façon magistrale ; on comprend, en lisant ces pages remarquables, que la science et la pratique, loin de s'exclure, se donnent un mutuel appui, et que l'art de guérir n'a rien de commun ni avec un empirisme aveugle, ni avec un rationalisme autoritaire.

La troisième partie de l'ouvrage est consacrée à l'*étiologie générale des maladies ;* elle est dominée par deux facteurs importants : l'un propre à l'organisme qui est la *diathèse*, l'autre qui lui vient du dehors, *l'infection*. L'auteur admet des prédispositions morbides spéciales à certains tissus, comme la diathèse lipomateuse, d'autres propres à certains organes, comme la diathèse variqueuse, hémorrhoïdale, anévrysmale, d'autres enfin qui affectent l'organisme tout entier, comme la tuberculose, le cancer, la goutte ou le rhumatisme.

A propos de l'infection, le professeur Lebert arrive à la conclusion que le *parasitisme* est l'explication la plus probable, soit de la nature, soit de la genèse des maladies infectieuses. Cette question est encore très-obscure ; néanmoins, d'après de récents travaux sur la fièvre récurrente, sur l'infection pu-

rulente, sur la variole, etc., on peut admettre avec quelque vraisemblance que toutes les maladies infectieuses sont dues à la pénétration dans le corps humain et à la multiplication très-rapide d'organismes inférieurs infiniment petits. Ces *vibrions* ou ces *micrococcus* agiraient sur le sang et les humeurs, comme des ferments, et détermineraient la formation de produits d'oxydation, de désoxydation et de transformation moléculaire. Ces modifications chimiques de la crase du sang se traduisent par de la fièvre et par un trouble plus ou moins profond de toutes les fonctions. Si les produits morbides sont éliminés et s'il se forme dans l'organisme un milieu défavorable à la végétation parasitaire, la maladie tend vers la guérison; dans le cas contraire, le malade succombe à l'empoisonnement. Tel est le rôle qu'on peut assigner aujourd'hui au parasitisme dans les maladies infectieuses; mais toute conclusion définitive à cet égard serait prématurée.

En résumé, l'ouvrage du professeur Lebert marque une étape importante dans la marche de la science et sera consulté avec fruit par les médecins praticiens, aussi bien que par les étudiants. Dr D'Espine.

---

EDW. COPE. CATALOGUE DES BATRACIENS ET DES REPTILES DE L'AMÉRIQUE DU NORD. CHECK LIST OF N. A. BATRACHIANS..... (*Bulletin United States Nat. Museum*, n° 1. Washington.)

Cette publication de 104 pages comprend quatre parties, savoir :

1° Un tableau des ordres et des familles de batraciens et de reptiles en général, les fossiles compris;

2° Le catalogue des espèces vivant actuellement dans la région néarctique;

3° Des considérations sur la distribution géographique des

vertébrés de cette même région, dont nous donnons ailleurs d'amples extraits, et enfin un article bibliographique assez étendu.

Par leur nature même, la première et la seconde partie, dont nous voulons nous occuper ici, ne se prêtent pas à une analyse détaillée : nous nous bornerons donc à quelques remarques.

Suivant le courant qui entraîne un grand nombre de naturalistes de nos jours, M. Cope a érigé en familles la plupart des anciens genres, et en ordres ou sous-ordres les familles de ses prédécesseurs, de manière que, au moyen d'une légère modification de la terminaison de noms bien connus, il devient le père d'une multitude de nouvelles coupes et subdivisions.

La classification des sauriens propres adoptée par l'auteur diffère assez de celles de Owen et de Huxley. Ce dernier, se basant surtout sur des considérations tirées des vertèbres thoraciques, avait divisé les sauriens en quatre ordres, savoir : les Crocodiliens, les Anomodontiens, les Ptérosauriens et les Ornithoscélidiens ; à leur tour les derniers formaient deux sous-ordres : les *Dinosauriens* et les *Compsognathiens*. Les Dinosauriens comprenaient les Mégalosaurides, les Scélidosaurides et les Iguanodontides.

M. Cope admet les ordres suivants : 1° *Ornithosauriens* (Ptérosauriens d'Owen) ; 2° *Dinosauriens* (Ornithoscélides de Huxley) ; 3° *Crocodiliens* (Crocodiliens et Thecodontia, de Owen) ; 4° les *Sauroptérygiens* (Placodontes et autres Énaliosauriens, les ichthyosaures exceptés) ; 5° les Anomodontiens (comprenant les Dicynodon et les Oudenodon) ; 6° les *Ichthyoptérygiens* (Ichthyosaures) et 7° les *Rhynchocephalia* (Protorosaurus, Rhynchosaurus et Sphénodontes).

Sous le nom de Firmnisterniens, les batraciens anoures sans dents, dont le sternum présente la structure de celui des grenouilles, forment un ordre de valeur douteuse.

Les batraciens pérennibranches sont divisés en deux or-

dres : les Trachystomata, que tout le monde connait sous le nom de Siréniens, et les Proteida pour les protées.

Le nombre total des genres et espèces catalogués dans la brochure de M. Cope s'élève à 358 pour les dernières et 116 pour les premiers, répartis comme suit :

| Batraciens : | Genres. | Espèces. |
|---|---|---|
| Siréniens | 2 | 2 |
| Protées | 1 | 2 |
| Urodèles | 15 | 49 |
| Anoures | 11 = 29 | 48 = 101 |
| Reptiles : | | |
| Ophidiens | 42 | 132 |
| Lacertiens | 26 | 82 |
| Chéloniens | 17 | 41 |
| Crocodiliens | 2 = 87 | 2 = 257 |

M. D.

---

Edw. Cope. Sur la distribution géographique des vertébrés du Regnum Nearcticum. On the geographical distribution of the vertebrata of the regnum nearcticum with especial reference to the batrachia and reptilia. (*Bulletin of the U. S. national Museum*, I.)

Comme chacun le sait, la vie présente des particularités marquées dans les différentes régions de la terre. Les différences sont en quelque mesure en rapport avec les relations topographiques et géographiques des continents. Dans chacun de ceux-ci se trouvent confinées certaines divisions du règne animal dont la somme — ou la faune — présente dans chaque cas des caractères marqués. Les districts que l'on peut adopter, d'après ces considérations, sont le district *Aus-*

*tralien* (Australie, van Diémen, Nouvelle-Guinée); le *Néotropical* (Amérique du Sud, Indes occidentales et Mexique); le *Néarctique* (Amérique au nord du Mexique); l'*Ethiopien* (Afrique au sud du désert de Sahara); le *Paléotropical* (Inde et les îles adjacentes); le *Paléarctique* (ou Asie au nord de l'Himalaya, Europe, Afrique au nord du Grand-Désert). Ces six districts sont en rapport par de certaines formes communes et différenciés par d'autres. Le nom de royaumes (realms) leur a été donné.

Le royaume *australien* est remarquable par l'absence de presque tous les types de mammifères, à l'exception des Ornithodelphes et des Marsupiaux, la présence des Struthionidés, le grand développement des serpents Élaphides et l'absence des plus hautes divisions des serpents et des grenouilles, l'existence des Ceratodus et de certains poissons Characinides. D'un autre côté, plusieurs des sauriens et des oiseaux appartiennent aux types les plus élevés qui se rencontrent dans l'Inde et en Afrique, savoir les Acrodontes et les *Oscines*.

Quoique le royaume paléotropical possède les singes, rhinocéros, éléphant et tapir, les cobras et les poissons ostéoglosses, M. Cope pense qu'il devrait être réuni au royaume paléarctique, car il ressemble à l'Asie septentrionale et l'Europe par ses mammifères, ses reptiles, en général, ses poissons d'eau douce, etc.

Le royaume néarctique comprend l'Amérique depuis les régions arctiques jusqu'à une ligne tirée à travers le nord du Mexique, et embrasse aussi la péninsule de la Basse-Californie. Quoique quelques auteurs aient voulu le réunir à la région paléarctique, il possède trop de types particuliers, et en a un trop grand nombre en commun avec l'Amérique du Sud pour que la réunion soit justifiée. Les particularités de la région néarctique se trouvent surtout dans ses poissons et ses Batraciens. Ses principaux points de différence avec les parties septentrionales de l'ancien monde sont ces nombreux représentants de formes qui sont caractéristiques

de l'Amérique du Sud, principalement parmi les mammifères et les oiseaux. Quoique les Anodontes, les Unios et les Succinées soient communs aux deux mondes, les espèces de l'un ne se retrouvent pas dans l'autre. Les clausilies ne se trouvent pas aux États-Unis et les bulimes y sont peu nombreux.

Le nombre total des espèces de vertébrés du royaume néarctique est de 2,249 environ, répartis comme suit :

Mammifères 310, reptiles 257, poissons 825, oiseaux 756, batraciens 101.

En ce qui concerne les poissons, ce total est au-dessous de la vérité, car un grand nombre d'espèces d'eau douce et d'eau salée n'ont pas encore été décrites.

Il est très difficile d'estimer le nombre d'espèces appartenant aux autres embranchements. Cinquante mille est probablement un nombre bien bas pour les insectes, auxquels on pourrait ajouter un millier d'autres articulés. On n'a aucune idée exacte de ce que donnerait l'étude des vers. Les mollusques et molluscoïdes s'élèvent à 2322 environ, dont 900 sont marins, 1034 vivent dans les lacs et rivières et 400 sont pulmonés terrestres. Les céphalopodes figurent dans ce grand total pour 25 espèces, les gastéropodes non pulmonés pour 845, les lamellibranches d'eau douce pour 596, ceux de mer pour 377, les brachiopodes, ascidiens et bryozoaires pour 79. Les autres divisions du règne animal peuvent être estimées à peu près comme suit : Échinodermes 123 et Cœlentérés 144.

Quoique les Protozaires soient bien représentés dans les eaux de l'Amérique du Nord, nous n'avons pas de catalogue d'espèces assez complet pour donner une idée de la richesse des Spongiaires, infusoires et Rhizopodes.

### *Relations avec les autres royaumes.*

Plusieurs espèces de vertébrés sont communes aux régions septentrionales de l'Amérique et à l'Europe, l'Asie, etc. (le loup, le renard, l'hermine, peut-être le castor). Il n'est

pas improbable que le buffalo ne soit qu'une variété du bison de l'Ancien Monde, et que le grizzly (Ursus horribilis) soit dans la même relation avec l'ours brun d'Europe. Il y a aussi d'autres espèces représentatives, le renard rouge et le renard commun, l'écureuil rouge américain et l'écureil commun ; le Cervus canadensis et le Cervus elaphus ; l'Alces americanus et l'Alces europæus.

La majorité des cerfs américains appartiennent à un groupe particulier (Cariacus) caractéristique du royaume néarctique, tandis que les espèces de rongeurs et d'insectivores sont pour la plupart différents de ceux de l'Ancien Monde.

L'on observe des relations semblables parmi les oiseaux. Les accipitres et les palmipèdes offrent un assez grand nombre d'espèces communes aux deux continents ; cependant l'Amérique possède les Cathartidæ que l'on ne trouve ni en Europe, ni en Asie (?) ; mais en revanche elle n'a pas de vautours proprement dits. Les Gallinacés sont presque tous entièrement différents. Il en est de même des oiseaux chanteurs. Parmi les vertébrés inférieurs nous ne trouvons que la Rana temporaria, un petit nombre de poissons marins et un d'eau douce (l'Esox lucius) communs aux deux mondes. Les tortues, si nombreuses en Amérique, sont rares en Europe. Les Chelhydra sont caractéristiques pour l'Amérique du Nord. Les genres de reptiles sont aussi localisés ou bien s'étendent quelque peu dans les régions néotropicales, le Mexique et les Indes occidentales.

Parmi les batraciens pérennibranches, le Ménobranche américain correspond au Protée d'Europe, mais la Sirène n'a pas d'équivalent.

Les poissons d'eau douce comprennent un grand nombre de familles communes aux deux royaumes de l'hémisphère septentrional (Gadidæ, Percidæ, Cottidæ, Esocidæ, Cyprinidæ, etc.). En revanche les Amiurus et genres voisins, se rapprochent davantage des formes tropicales, à l'exception du fait singulier que les eaux de la Chine nourrissent une espèce d'Amiurus. Les Catostomides ou suceurs sont très-

nombreux dans les eaux américaines, tandis qu'une seule espèce (le Carpiodes sinensis) provient de la Chine. La même remarque s'applique au Polyodon (paddle fish) dont une espèce vit dans la vallée du Mississipi et une autre dans le Yan-tze-kiang. Ce qui frappe le plus dans la faune ichthyologique d'eau douce des États-Unis est la présence des Lépidostées représentés par deux genres et plusieurs espèces. Ces ganoïdes ne sont représentés nulle part ailleurs, excepté par une espèce en Chine et une autre dans l'Amérique tropicale. Les *Amia* sont aussi caractéristiques pour la région néarctique, quoiqu'ils présentent des affinités éloignées avec quelques types sud-américains.

L'on ne connaît que peu d'espèces communes à l'Amérique du Sud et aux États-Unis, ce sont le couguar et un certain nombre d'oiseaux. En revanche la faune mexicaine présente un plus grand nombre de points de contact. Le lynx rouge, le raton, plusieurs espèces d'oiseaux, la Chelhydra serpentina, le serpent à anneaux (Ophibolus doliatus), les Rana halecina, Berlandieri, en sont des exemples.

Le nombre des genres et des familles ayant des représentants dans les deux royaumes est plus grand; nous ne nommerons que les principaux: Mephitis, Procyon, Ursus, Sciurus, Hesperomys, Didelphys, Lynx, Bassaris, Arvicola, Antilocapra parmi les mammifères, sans compter une trentaine de genres de reptiles et batraciens. Les Indes occidentales offrent beaucoup moins de ressemblances avec les États-Unis sous le rapport de la faune des vertébrés que le Mexique.

### *Les provinces du royaume néarctique.*

La distribution des types indique l'existence de six provinces qui sont les suivantes: Austro-riparienne, Orientale, Centrale, Pacifique, Sonora et Basse-Californie. La région Austro-riparienne s'étend du golfe du Mexique jusqu'à la ligne isothermale de 77° Fahr., comprenant ainsi la Floride,

la Louisiane et le Texas; quant aux autres provinces, leurs noms indiquent suffisamment leur position géographique. Il est impossible du reste d'entrer ici dans les moindres détails au sujet de la distribution de la faune parmi ces différentes régions: nous devons nous contenter de renvoyer le lecteur au mémoire original.

*Rapports de la distribution des vertébrés avec les causes physiques.*

Comme on le sait depuis longtemps, les reptiles et les batraciens deviennent de plus en plus nombreux à mesure que l'on se rapproche des tropiques, et une plus forte proportion d'entre eux sont ornés de couleurs brillantes. Ce n'est pas la température seulement qui influe sur l'abondance de ces animaux; le degré plus grand d'humidité joue aussi un rôle important; cette remarque s'applique surtout aux batraciens et aux tortues. Pour toutes ces raisons, les vertébrés à sang froid, les poissons exceptés, sont beaucoup plus variés et nombreux dans les parties méridionales et orientales de la région néarctique, qui sont la patrie par excellence des grenouilles, des urodèles et des chéloniens, tandis que la Sonora, plus aride, abonde plutôt en serpents, lézards et crapauds. M. D.

---

R. RIDGWAY. STUDIES OF THE AMERICAN FALCONIDÆ. ÉTUDE DES FALCONIDÉS AMÉRICAINS. (*Bull. U. S. Geog. and Geol. Survey of the Territories*, II, n° 2. Washington, 1er April 1876.)

Ce mémoire que nous devons nous borner à signaler aux ornithologistes, comprend la description détaillée et l'origine des falconidés qui se trouvent aux États-Unis et dont l'auteur

a étudié les représentants dans les principaux musées de ce pays. La synonymie et les descriptions paraissent faites avec soin.

M. D.

---

R. Ridgway. Ornithologie de la Guadeloupe. (*Même recueil, même numéro.*)

Cette île n'est pas la Guadeloupe des Antilles : elle est située à quelque soixante-dix lieues de la côte de la Basse-Californie. Les espèces sont en petit nombre d'ailleurs, mais les passereaux qui ont des analogues sur le continent ne se rapprochent nullement de ceux de la côte voisine : ils ressemblent beaucoup plus à ceux des Montagnes-Rocheuses.

M. D.

---

## BOTANIQUE.

Axel Blytt. Essay on the immigration of the Norwegian Flora......... Essai sur l'immigration de la Flore norwégienne pendant les alternatives de périodes humides et sèches. (In-8°, 89 pages et une carte. Christiania, 1876).

Ce travail important sur la géographie botanique de la Norwége est écrit en anglais, l'auteur ayant suivi, à cet égard, l'exemple d'un autre naturaliste distingué de son pays, M. Torell. Il faut savoir gré aux savants scandinaves, hollandais, russes ou hongrois lorsqu'ils veulent bien employer une des trois langues principales du monde scientifique, du moins pour les discussions et raisonnements, car pour les descrip-

tions le latin de Linné est toujours la plus concise, la plus claire et la plus universelle de toutes les langues.

M. Blytt s'est proposé la recherche des origines probables et de l'immigration successive des plantes de la Norwége. Dans cette question, qui n'est plus susceptible d'observations directes, on peut s'appuyer sur des faits de distribution actuelle des végétaux, mais les documents sur les espèces fossiles ou conservées de quelque autre manière ont infiniment plus de valeur. Heureusement les tourbières, dans les pays froids et humides, sont une source d'information extrêmement précieuse. Celles de Norwége ont prouvé, comme en Danemark, des successions de flores bien plus nombreuses qu'on ne pouvait le supposer, et comme il en résulte aussi des aperçus intéressants sur les climats européens pendant et après l'époque glaciaire, nous pensons devoir mentionner ici quelques passages du mémoire du professeur de Christiania.

« La côte de Norwége, dans le Finmark oriental, aujourd'hui complétement dénudée d'arbres, a été une fois couverte de forêts. Le pin d'Écosse avançait plus au nord et plus haut sur les montagnes, car nous voyons des restes de son existence au-dessus de la limite actuelle de l'espèce et même au-dessus de celle du bouleau. Nous en trouvons dans de la tourbe, tantôt à l'état de souches verticales enracinées et tantôt couchés avec les branches. Les troncs ont souvent plus de six pieds de circonférence. Beaucoup de tourbières reposent sur d'anciennes forêts. Le long de la côte occidentale, jusqu'à 50 pieds au-dessus de la mer, j'ai vu fréquemment de la tourbe, épaisse de deux à quatre pieds, sur des restes de pins et de bouleaux que l'humidité croissante avait détruits. A Holemyren, près Hobberstad en Iæderen, à 168 pieds au-dessus de la mer, la tourbe repose sur une forêt d'arbres à feuilles caduques. Des troncs de chênes et d'aulnes (?) sont dressés et enracinés au fond, à six pieds au-dessous du sol. La tourbe qui les recouvre contient des dé-

bris de plantes aquatiques. Les environs présentent la nature de Iaederen, sol pierreux et grandes étendues de bruyères, sans arbres...... Il existe aussi quelquefois deux lits de forêts, l'un au fond de la tourbe, l'autre au milieu. Celles-ci étaient formées ordinairement, dans ce cas, de pin d'Écosse, de bouleau, et quelquefois d'aulnes, arbres qui peuvent aujourd'hui encore vivre sur de la tourbe. Jadis il en a été de même, seulement la tourbe a grandi de manière à faire périr les arbres..... A Stubberud, près de Christiania, à 430 pieds d'altitude, j'ai trouvé : au fond, cinq pieds de tourbe de Sphagnum, sur de l'argile, puis cinq pieds de tourbe de plantes aquatiques (Phragmites), portant des Sphagnum et des troncs d'aulne (?); ensuite des troncs de pins ; trois pieds de tourbe de Sphagnum, et finalement, à la surface du sol un pied de terre de bruyère ; en tout quatorze pieds.»

L'époque probable de ces diverses végétations est discutée par l'auteur, en tenant compte de l'élévation graduelle de la péninsule scandinave depuis la période glaciaire, ce qui ne laisse pas d'être compliqué et problématique. La tourbe moderne se forme très-lentement et des restes de l'industrie humaine n'ont été trouvés que dans la partie supérieure, ce qui indique pour la partie inférieure un temps très-ancien, où cependant la Norwége était déjà émergée. La destruction des anciennes forêts ne peut pas être attribuée à l'homme, ni à des incendies. Elle doit avoir été causée par des accroissements d'humidité, et comme les districts actuels sont couverts de bruyères, on peut affirmer que, relativement parlant, ils sont dans une période plus sèche. Les faits observés en Suéde et en Norwége ne semblent pas concorder avec ceux observés en Danemark par M. Steenstrup. M. Blytt l'attribue au soulèvement de la péninsule, et quand il essaie d'en tenir compte, il arrive à certaines concordances. Il faut supposer, pour cela, que les plus anciennes tourbes de Norwége correspondent au temps des tourbes moyennes de Danemark, les plus profondes dans ce dernier pays n'ayant pas d'analogues en Norwége.

Après avoir constaté, par les tourbes, des variations d'humidité et de sécheresse en Norwége, M. Blytt essaie de deviner l'arrivée probable des grandes catégories de végétaux selon lesquelles il divise la flore moderne du pays. Ce ne sont pas des catégories tranchées, mais elles répondent à des exigences physiologiques et jusqu'à un certain point à la distribution topographique actuelle des espèces, quoique nulle part on ne trouve strictement et uniquement un des groupes d'espèces que l'auteur désigne sous les noms de *arctiques*, *subarctiques*, *boréales*, *atlantiques*, *subboréales* et *subatlantiques*. Le mélange qui existe plus ou moins dans chaque district doit s'expliquer, selon lui, par les alternatives constatées d'un climat sec ou humide, continental ou maritime. Les espèces qui souffrent d'un changement ne sont pas détruites complétement là où elles se trouvent. Elles résistent un peu, dans quelques points particuliers, et plus ou moins longtemps, surtout s'il n'arrive pas d'autres espèces très-envahissantes. Cette résistance doit être une cause de disjonction des habitations et de rareté de quelques espèces. On peut faire les mêmes raisonnements sur les plantes de la chaîne des Alpes, car des progrès et reculs des glaciers ont eu lieu en Suisse, comme en Norwége, suivant des variations séculaires ou millénaires de climats plus ou moins froids, plus ou moins humides, plus ou moins analogues aux climats maritimes. M. Blytt n'a garde de l'oublier, et il mentionne des immigrations de plantes en Norwége comme devant être analogues, dans beaucoup de cas, à celles des plantes de Suisse, d'après l'opinion que nous avons énoncée dans le Congrès botanique de Florence et publiée ici même[1]. Les espèces *arctiques*, du nord, préfèrent un climat froid et sec (continental); elles ont pu persister pendant les périodes humides sur les terrains schisteux, où la neige fond et l'eau s'écoule rapidement. Les *boréales*, comme le noisetier, le Cerasus avium, demandent aussi un climat continental, mais

[1] Archives des Sciences phys. et natur., janvier 1876.

moins froid; elles ont pu, dans les périodes humides, persister au milieu des rocailles. Les espèces *atlantiques* exigent un climat égal et humide; elles ont dû se répandre dans les périodes favorables à la tourbe et se limiter dans les périodes froides et sèches, où, comme à présent, la tourbe augmente rarement et se couvre de bruyères.

Les immigrations d'espèces n'ont pu avoir lieu en Norwége que par la Suède et le Danemark. Il y a, en effet, une vallée profonde dans la mer Atlantique, le long de la côte norwégienne, puis au nord la mer glaciale et, plus loin, des îles qui sont encore dans une période glaciaire, avec une végétation arctique très-monotone. Il faut donc se figurer des invasions successives par l'est et le midi, sur une terre qui s'élevait peu à peu, et au travers de modifications alternatives du climat, favorables tantôt à certaines espèces et tantôt à d'autres. Tout cela est compliqué. Pour beaucoup d'espèces on ne peut avoir que des conjectures, pour d'autres heureusement les restes déposés dans les tourbes sont des témoins. Plus le nombre de ceux-ci augmentera par de bonnes observations, plus la série des faits sera clairement établie.

Alph. de C.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

## M. le prof. E. PLANTAMOUR

## PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1876.

---

Le 2, rosée le matin ; à 6 h. du soir, averse subite pendant $^1/_4$ d'heure, par le vent du N. Couronne lunaire, à plusieurs reprises, dans la soirée.

4, hâle l'après-midi, couronne lunaire le soir ; la bise souffle avec force du 4, à midi, au 5, à 10 h. du soir, par moments avec une grande violence.

6, 7, 8, rosée le matin, ciel très-clair.

10, faible rosée le matin ; le vent du SO. souffle avec force depuis midi jusqu'à 5 h. du soir du lendemain 11 ; il a été particulièrement violent dans la nuit du 10 au 11.

12, neige sans interruption, de 9 h. du m. à 4 h. après midi ; les flocons étaient de grande dimension, un grand nombre mesurant 4 cent. de diamètre ; mais ils fondaient en grande partie en tombant sur le sol, en sorte que la hauteur de la couche de neige, à 4 h., était de $75^{mm}$ seulement, la hauteur de l'eau provenant de la fonte étant de $22^{mm},6$.

14 gelée blanche le matin ; quelques flocons de neige entre 9 h. et 10 h. matin.

15, forte bise de 8 h. m. à 10 h. s.

19, à 5 h. $^1/_4$ soir, pluie et grêle.

26, forte rosée le matin ; à 1 h. après midi, forts coups de vent du SO.

28, forte rosée le matin ; à 6 h. m., halo solaire partiel.

29, à 5 h. $^1/_4$ soir, éclairs et tonnerres, forte averse mêlée de grêle ; le soir, vers 10 h., halo lunaire partiel.

30, forte rosée le matin ; vers 9 h. m., halo solaire partiel, et le soir, couronne lunaire à plusieurs reprises. Il a neigé sur toutes les montagnes des environs.

## *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

MAXIMUM.

| | mm |
|---|---|
| 5 à 8 h. matin .......... | 733,50 |
| 9 à 2 h. après midi...... | 730,55 |
| 13 à 8 h. matin .......... | 726,16 |
| 15 à 6 h. matin .......... | 721,48 |
| 16 à 8 h. soir ............ | 721,58 |
| 23 à 10 h. matin .......... | 725,67 |
| 25 à 10 h. soir .......... | 734,17 |
| 30 à 6 h. matin .......... | 721,95 |

MINIMUM.

| | mm |
|---|---|
| Le 1er à 6 h. matin .......... | 715,91 |
| 8 à 6 h. soir ............ | 726,87 |
| 12 à 6 h. matin .......... | 721,34 |
| 14 à 6 h. matin .......... | 719,75 |
| 15 à 2 h. après midi...... | 719,75 |
| 18 à 4 h. après midi...... | 713,78 |
| 24 à 8 h. matin .......... | 723,53 |
| 29 à 4 h. après midi...... | 718,03 |
| 30 à 4 h. après midi...... | 719,49 |

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation Minim. | Fract. de saturation Maxim. | Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige. Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône. Midi. | Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | ° | ° | ° | ° | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | ° | ° | cm |
| 1 | 716,97 | − 7,56 | + 8,84 | + 2,01 | + 3,9 | +16,7 | 5,64 | +0,47 | 690 | − 28 | 440 | 870 | ... | ... | SSO. 2 | 0,79 | +6,6 | − 0,7 | 150,2 |
| 2 | 722 47 | − 2,05 | +10,20 | + 3,23 | + 4,8 | +15,3 | 6,10 | +0,89 | 677 | − 39 | 440 | 900 | 0,2 | ... | N. 1 | 0,58 | .. | ..... | 147,7 |
| 3 | 727,38 | + 2,87 | +11,04 | + 3,94 | + 7,3 | +15,8 | 7,16 | +1,91 | 749 | + 35 | 560 | 920 | 0,3 | 1 | N. 1 | 0,91 | 6,4 | − 1,0 | 146,2 |
| 4 | 731,93 | + 7,43 | +11,68 | + 4,41 | + 8,7 | +15,7 | 7,56 | +2.27 | 765 | + 52 | 530 | 960 | ... | ... | NNE. 3 | 0,50 | 7,0 | − 0,5 | 147,3 |
| 5 | 731,49 | + 7,00 | +11,34 | + 3,96 | + 9,0 | +15,9 | 5,43 | +0,10 | 584 | −127 | 340 | 820 | ... | ... | NNE. 3 | 0,22 | 7,2 | − 0,4 | 145,7 |
| 6 | 729,92 | + 5,43 | + 9,20 | + 1,69 | + 3,9 | +14,2 | 5,93 | +0,56 | 694 | − 16 | 510 | 880 | ... | ... | N. 1 | 0,17 | 8,0 | + 0,3 | 146,0 |
| 7 | 729 61 | + 5,13 | +10,20 | + 2,55 | + 3,9 | +15,8 | 6,42 | +1,00 | 698 | − 10 | 520 | 860 | ... | ... | NNE. 1 | 0,03 | 8,3 | + 0,6 | 143,7 |
| 8 | 727,94 | + 3,46 | +11,50 | + 3,71 | + 6,4 | +17,1 | 5,86 | +0,39 | 604 | −103 | 420 | 780 | ... | ... | N. 1 | 0,00 | 8,6 | + 0,8 | 144,5 |
| 9 | 730,00 | + 5 52 | +11,39 | + 3,46 | + 6,3 | +17,8 | 6,98 | +1,47 | 714 | + 8 | 420 | 920 | ... | ... | variable | 0,52 | .. | ..... | 143,5 |
| 10 | 725,36 | + 0 87 | +13,51 | + 5.44 | + 4,2 | +20,5 | 6,47 | +0,91 | 582 | −122 | 360 | 890 | ... | ... | SSO. 3 | 0,47 | 8,3 | + 0,3 | 142,0 |
| 11 | 722.23 | − 2.26 | +11,55 | + 3,34 | + 8,0 | +15,2 | 7,05 | +1,44 | 736 | + 33 | 500 | 880 | 5,7 | 5 | SO. 3 | 1,00 | 7,3 | − 0,8 | 139,7 |
| 12 | 723,58 | − 0,92 | + 1,12 | − 7,23 | 0,0 | + 8,3 | 4,92 | −0,74 | 985 | +283 | 940 | 1000 | 25,8 | 15 | variable | 1,00 | 7,2 | − 1,0 | 140,0 |
| 13 | 724,95 | + 0,44 | + 1,65 | − 6.84 | − 0,8 | + 4,9 | 3,19 | −2,52 | 652 | − 49 | 400 | 810 | ... | ... | N. 1 | 0,09 | 7,2 | − 1,1 | 144,2 |
| 14 | 720,43 | − 4,09 | + 1,95 | − 6 68 | − 2,7 | + 6,9 | 3,85 | −1,92 | 741 | + 41 | 540 | 920 | ... | ... | variable | 0,92 | 7,0 | − 1,4 | 143,1 |
| 15 | 720,50 | − 4,03 | + 4.67 | − 4,10 | + 2,7 | + 6,5 | 4,84 | −0,98 | 772 | + 72 | 700 | 770 | .. | ... | NNE. 3 | 0,99 | 6,8 | − 1,7 | 147,0 |
| 16 | 720 92 | − 3.63 | + 7,52 | − 1,39 | + 5,4 | +12,8 | 5,86 | −0 01 | 778 | + 79 | 560 | 830 | ... | ... | OSO. 1 | 0,99 | .. | ..... | 142,0 |
| 17 | 719.83 | − 4,73 | + 6.36 | − 2,69 | + 4,6 | +10,9 | 6,04 | +0,11 | 863 | +165 | 680 | 970 | 3,3 | 6 | SSO. 1 | 0,90 | 7,1 | − 1,6 | 139,5 |
| 18 | 715,73 | − 8.85 | + 9 33 | + 0,14 | + 4,9 | +14,9 | 5,92 | −0,07 | 698 | + 1 | 460 | 880 | 3,0 | 4 | SSO. 2 | 0,90 | 7,5 | − 1,3 | 137,5 |
| 19 | 715,31 | − 9,29 | + 5,78 | − 3,56 | + 3,1 | + 8,9 | 6,58 | +0,53 | 972 | +275 | 770 | 1000 | 34,9 | 13 | NE. 1 | 0,97 | 7,1 | − 1,7 | 139,5 |
| 20 | 719,82 | − 4,80 | + 8,57 | − 0,91 | + 5,3 | +11,5 | 6,71 | +0,60 | 821 | +125 | 640 | 960 | 20,2 | 12 | NNE. 1 | 0,92 | 7,2 | − 1,7 | 142,9 |
| 21 | 721,13 | − 3,51 | +10,00 | + 0,38 | + 6.8 | +15,0 | 6,31 | +0,14 | 704 | + 8 | 560 | 850 | ... | ... | N. 1 | 0,66 | 7,6 | − 1,4 | 145,3 |
| 22 | 721 55 | − 3,12 | + 9,12 | − 0,64 | + 6,7 | +11,7 | 7,00 | +0,77 | 828 | +133 | 700 | 970 | 3,8 | 2 | NNE. 1 | 0,91 | 7,7 | − 1,5 | 145,1 |
| 23 | 724,87 | + 0,18 | + 9,73 | − 0,18 | + 7,7 | +13,1 | 6,77 | +0,48 | 775 | + 80 | 600 | 920 | 2,5 | 4 | NNE. 1 | 0,97 | .. | ..... | 143,0 |
| 24 | 724,13 | − 0,59 | + 9,71 | − 0,34 | + 7,3 | +12,2 | 7,61 | +1,26 | 839 | +144 | 660 | 970 | 3,0 | 6 | NE. 2 | 1,00 | 8,4 | − 1,0 | 142,0 |
| 25 | 732 25 | + 7.50 | + 9,40 | − 0,80 | + 7,6 | +11,8 | 6,91 | +0,50 | 813 | +118 | 620 | 930 | 0,7 | 2 | N. 1 | 0,91 | 8,5 | − 1,0 | 146,5 |
| 26 | 731.72 | + 6,94 | + 9,62 | − 0,72 | + 5,3 | +13,8 | 6,82 | +0,34 | 775 | + 81 | 580 | 940 | ... | ... | variable | 0,92 | 8,2 | − 1,4 | 144,5 |
| 27 | 727,82 | + 3.01 | + 9,46 | − 1,02 | + 6,9 | +13,3 | 5,58 | −0,96 | 670 | − 24 | 440 | 940 | 2,0 | 5 | N. 1 | 0,39 | 8,5 | − 1,2 | 145,8 |
| 28 | 721 23 | − 3.61 | + 8,65 | − 1,98 | + 4,8 | +13,0 | 7,11 | +0,50 | 856 | +162 | 570 | 1000 | 11,4 | 8 | variable | 0,90 | 8,6 | − 1,2 | 145,0 |
| 29 | 719,64 | − 5.24 | + 7,84 | − 2,93 | + 6.0 | +14,1 | 6,97 | +0,29 | 901 | +207 | 620 | 980 | 12,8 | 9 | variable | 0,81 | 9,1 | − 0,8 | 146,5 |
| 30 | 720,82 | − 4,09 | + 7.99 | − 2,93 | + 3,4 | +12,9 | 6,60 | −0,14 | 828 | +134 | 680 | 950 | 11,4 | 4 | variable | 0,76 | .. | ..... | 146,0 |

# MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1876

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 727,59 | 727,83 | 727,85 | 727,45 | 727,00 | 726,55 | 726,76 | 727,40 | 727,72 |
| 2e » | 720,21 | 720 58 | 720,82 | 720,53 | 720 09 | 719,97 | 719,97 | 720,28 | 720,41 |
| 3e » | 724,67 | 724,80 | 724 90 | 724 54 | 724 21 | 723 97 | 724 40 | 724,66 | 724,80 |
| Mois | 724 16 | 724,40 | 724,52 | 724,17 | 723,76 | 723,50 | 723,71 | 724,11 | 724 31 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 6,07 | + 8,74 | +11,53 | +13,63 | +14,77 | +15,49 | +13,84 | +11,96 | +10,54 |
| 2e » | + 4,69 | + 4,97 | + 5 69 | + 6,97 | + 8,65 | + 7,99 | + 7,34 | + 6,43 | + 5,49 |
| 3e » | + 6,95 | + 8,83 | +10,46 | +11,40 | +11,95 | +11 17 | + 9,88 | + 9,43 | + 8,66 |
| Mois | + 5,91 | + 7,51 | + 9,21 | +10,67 | +11,79 | +11,55 | +10,35 | + 9,27 | + 8,23 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 6,22 | 6,57 | 6,51 | 6,20 | 6,29 | 6,19 | 6,33 | 6,59 | 6,73 |
| 2e » | 5,44 | 5,45 | 5,42 | 5,41 | 5,33 | 5,57 | 5,53 | 5,86 | 5,92 |
| 3e » | 6,97 | 6,93 | 6,80 | 6,56 | 6,75 | 6,76 | 6,73 | 6,92 | 6,95 |
| Mois | 6,21 | 6,31 | 6 24 | 6,06 | 6,12 | 6,17 | 6,20 | 6,46 | 6,53 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 878 | 781 | 640 | 538 | 507 | 475 | 542 | 630 | 710 |
| 2e » | 842 | 832 | 789 | 721 | 638 | 688 | 704 | 797 | 856 |
| 3e » | 933 | 817 | 726 | 645 | 638 | 687 | 748 | 786 | 831 |
| Mois | 884 | 810 | 718 | 635 | 594 | 617 | 665 | 738 | 799 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | 0 | mm | cm |
| 1re décade | + 5,84 | +16,48 | 0,42 | + 7,55 | 0,5 | 145,68 |
| 2e » | + 3,05 | +10,08 | 0,87 | + 7.16 | 92,9 | 141,51 |
| 3e » | + 6,25 | +13,09 | 0,82 | + 8,33 | 47,6 | 144,97 |
| Mois | + 5,05 | +13,22 | 0,70 | + 7,66 | 141,0 | 144,06 |

Dans ce mois, l'air a été calme 3,33 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,66 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 0°,25 O., et son intensité est égale à 35,04 sur 100.

# TABLEAU
DES
# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
## FAITES AU SAINT-BERNARD
pendant
## LE MOIS D'AVRIL 1876.

---

Le 1er neige, brouillard.
2, idem.
3, brouillard le matin.
4, brouillard le soir.
5-8, ciel presque toujours très-clair.
9, brouillard depuis 4 h. après midi.
10, brouillard dans la matinée.
11, neige, fort vent du SO.
12, brouillard, quelques flocons de neige au milieu de la journée.
13, brouillard le matin, forte bise.
15, brouillard le matin, neige le soir; fort vent tantôt du NE., tantôt du SO.
16, brouillard, neige tout le jour; id. id.
17, brouillard, neige, forte bise.
18, 19, 20, 21, neige, fort vent du SO.
22, brouillard, neige.
23, 24, 25, brouillard, neige, forte bise.
26, brouillard épais tout le jour, par une forte bise.
27, brouillard le matin, puis clair, forte bise tout le jour.
28, neige le soir, fort vent du SO.
29, neige le matin et le soir, fort vent du SO. le matin, forte bise le soir.
30, neige, brouillard, fort vent du SO.

NB. La quantité considérable de neige, recueillie du 15 à la fin du mois, est inférieure à celle qui est tombée, une partie ayant été emportée par le vent soufflant avec force, tantôt du NE., tantôt du SO.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 4 à 10 h. soir | 569,49 | Le 1er à 8 h. matin | 556,64 |
| 9 à midi | 567,39 | 8 à 8 h. matin | 566,06 |
| 15 à 10 h. soir | 559,48 | 14 à 6 h. matin | 553,76 |
| 21 à 10 h. matin | 559,78 | 19 à 8 h. matin | 553,51 |
| 23 à midi | 561,75 | 22 à 6 h. matin | 557,14 |
| 25 à 10 h. soir | 568,51 | 24 à 6 h. matin | 560,03 |
| 30 à 10 h. soir | 559,50 | 29 à 4 h. après midi | 556,87 |

# SAINT-BERNARD. — AVRIL 1876.

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures. | Écart avec la hauteur normale. | Minimum. | Maximum. | Température C. Moyenne des 24 heures. | Écart avec la température normale. | Minimum* | Maximum* | Pluie ou neige. Hauteur de la neige. | Eau tombée dans les 24 h. | Nombre d'heures. | Vent dominant. | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim | | | |
| 1 | 556,98 | — 3,37 | 556,64 | 557,72 | — 4,53 | + 0,95 | — 5,0 | — 3,0 | ...40 | 3,4 | .... | NE. 1 | 0,92 |
| 2 | 560,48 | + 0,08 | 558,74 | 562,00 | — 2,29 | + 3,07 | — 4,8 | + 4,4 | ...35 | 2,6 | .... | NE. 1 | 0,69 |
| 3 | 564,41 | + 3,95 | 562,13 | 566,50 | — 0,09 | + 5,15 | — 3,9 | + 4,4 | .... | ..... | .... | NE. 1 | 0,47 |
| 4 | 568,23 | + 7,71 | 566,93 | 569,49 | — 0,13 | + 4,99 | — 4,2 | + 3,2 | ..... | ..... | ... | NE. 1 | 0,31 |
| 5 | 568,07 | + 7,49 | 567,63 | 568,82 | — 0,50 | + 4,49 | — 1,6 | + 2,2 | ..... | ..... | .... | NE 1 | 0,02 |
| 6 | 566,51 | + 5,87 | 566,02 | 566,99 | — 1,13 | + 3,73 | — 3,8 | + 2,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,31 |
| 7 | 566,68 | + 5,97 | 566,48 | 566,92 | + 0,52 | + 5,26 | — 3,0 | + 5,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,08 |
| 8 | 566,50 | + 5,72 | 566,06 | 566,87 | + 1,74 | + 6,35 | — 2,0 | + 7,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,08 |
| 9 | 567,15 | + 6,30 | 566,87 | 567,39 | + 0,58 | + 5,06 | — 1,6 | + 4,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,54 |
| 10 | 564,80 | + 3,88 | 563,98 | 566,02 | — 0,21 | + 4,14 | — 2,2 | + 4,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,48 |
| 11 | 561,38 | + 0,39 | 560,75 | 562,07 | — 0,84 | + 3,38 | — 2,0 | + 1,6 | ..... | 6,4 | .... | SO. 2 | 0,86 |
| 12 | 557,39 | — 3,67 | 556,69 | 559,04 | — 7,00 | — 2,91 | —11,5 | — 2,0 | ..... | .... | .... | NE. 1 | 0,84 |
| 13 | 555,45 | — 5,69 | 554,97 | 556,16 | —13,76 | — 9,80 | —16,0 | —10,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,51 |
| 14 | 555,06 | — 6,16 | 553,76 | 556,58 | — 9,50 | — 5,67 | —14,0 | — 5,0 | ..... | .... | .... | SO. 2 | 0,54 |
| 15 | 558,26 | — 3,04 | 557,10 | 559,48 | — 6,30 | — 2,61 | — 8,8 | — 4,0 | ...70 | 7,2 | .... | variable | 0,92 |
| 16 | 558,14 | — 3,24 | 557,81 | 558,31 | — 2,13 | + 1,42 | — 4,4 | + 1,1 | .120 | 10,0 | .... | variable | 0,98 |
| 17 | 556,58 | — 4,88 | 555,95 | 556,84 | — 6,67 | — 3,26 | — 7,6 | — 4,2 | ..200 | 16,2 | .... | NE. 1 | 0,92 |
| 18 | 555,23 | — 6,31 | 554,82 | 555,95 | — 7,05 | — 3,78 | — 8,8 | — 5,6 | ..130 | 8,9 | .... | SO. 2 | 0,98 |
| 19 | 554,66 | — 6,96 | 553,51 | 556,53 | — 5,15 | — 2,02 | — 6,6 | — 3,0 | ..300 | 24,2 | .... | SO. 2 | 0,98 |
| 20 | 558,75 | — 2,96 | 557,66 | 559,44 | — 4,23 | — 1,24 | — 5,0 | — 2,8 | ..150 | 9,6 | .... | SO. 2 | 1,00 |
| 21 | 558,92 | — 2,88 | 557,83 | 559,78 | — 3,04 | — 0,19 | — 4,0 | — 1,0 | ..120 | 12,3 | .... | SO. 2 | 0,92 |
| 22 | 559,30 | — 2,59 | 557,14 | 560,61 | — 2,95 | — 0,24 | — 4,7 | 0,0 | ...60 | 5,6 | .... | NE. 1 | 0,94 |
| 23 | 561,33 | — 0,65 | 560,63 | 561,75 | — 1,26 | + 1,31 | — 4,7 | + 8,0 | ...90 | 7,8 | .... | NE. 1 | 0,82 |
| 24 | 561,29 | — 0,78 | 560,03 | 563,07 | — 1,30 | + 1,13 | — 4,0 | + 3,1 | ..450 | 41,2 | .... | NE. 1 | 0,96 |
| 25 | 566,60 | + 4,44 | 563,82 | 568,51 | — 3,25 | — 0,96 | — 3,6 | — 1,6 | ..150 | 15,1 | .... | NE. 2 | 1,00 |
| 26 | 565,80 | + 3,55 | 564,79 | 567,61 | — 3,34 | — 1,20 | — 5,9 | + 1,6 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 1,00 |
| 27 | 562,63 | + 0,29 | 562,55 | 562,82 | — 4,83 | — 2,84 | — 6,8 | — 1,7 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,40 |
| 28 | 560,23 | — 2,20 | 559,33 | 561,03 | — 1,80 | + 0,05 | — 3,8 | + 1,8 | ..100 | 7,2 | .... | SO. 2 | 0,72 |
| 29 | 557,48 | — 5,04 | 556,87 | 558,04 | — 2,92 | — 1,21 | — 5,5 | + 1,0 | ..240 | 16,4 | .... | variable | 0,96 |
| 30 | 559,04 | — 3,58 | 558,44 | 559,50 | — 4,10 | — 2,53 | — 6,7 | 0,0 | ...70 | 4,5 | .... | SO. 2 | 0,72 |

Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1876.

**Baromètre.**

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 564,65 | 564,62 | 564,78 | 564,96 | 565,04 | 564,97 | 565,14 | 565,30 | 565,52 |
| 2e » | 556,87 | 556 87 | 556,97 | 557,00 | 556,98 | 557,13 | 557,23 | 557,44 | 557,48 |
| 3e » | 560,86 | 561,17 | 561,34 | 561 46 | 561,40 | 561,13 | 561,18 | 561,38 | 561,58 |
| Mois | 560,79 | 560,89 | 561,03 | 561,14 | 561,14 | 561,08 | 561,18 | 561,37 | 561,53 |

**Température.**

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | — 2,75 | — 0,60 | + 1,35 | + 2,23 | + 2,37 | + 2,03 | — 0,18 | — 1,85 | — 2,53 |
| 2e » | — 6,93 | — 5,86 | — 5,03 | — 4,34 | — 4,55 | — 4,74 | — 5,81 | — 6,59 | — 7,01 |
| 3e » | — 4,14 | — 2,97 | — 1,45 | — 4 20 | + 0,19 | — 0,99 | — 2,81 | — 3,77 | — 4,05 |
| Mois | — 4,61 | — 3,14 | — 1,71 | — 0,84 | — 0,66 | — 1,23 | — 2 93 | — 4,07 | — 4,53 |

| | Min. observé.* | Max. observé. | Clarté moyenne du ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | — 3,21 | + 3,42 | 0,39 | 6,0 | 75 |
| 2e » | — 8,47 | — 3,39 | 0,85 | 82,5 | 970 |
| 3e » | — 4,97 | + 1,12 | 0 84 | 110,1 | 1280 |
| Mois | — 5,55 | + 0,38 | 0,70 | 198,6 | 2325 |

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 34,8 sur 100.

# L'AGE D'UN ARBRE A-T-IL UNE INFLUENCE

SUR

# L'ÉPOQUE MOYENNE DE SA FEUILLAISON ?

PAR

**M. ALPH. DE CANDOLLE**

---

Cette question n'a jamais été étudiée au moyen de faits précis. Les horticulteurs ont pu quelquefois se former une opinion, en se fondant sur des observations isolées, peu comparables entre elles, sans tenir compte des circonstances accessoires qui influent indépendamment de l'âge ; mais assurément personne n'a possédé des documents aussi précieux et aussi originaux que ceux dont je parlerai tout à l'heure : *Des séries d'observations faites sur deux arbres, à la même hauteur au-dessus du sol, pendant cinquante-sept et soixante-huit ans!* Je crois utile de publier ces observations, soit en vue de la question ici posée, soit afin de donner un renseignement instructif, qu'on pourra étudier sous les autres rapports dont on s'est déjà occupé, tels que la relation des moyennes, des sommes et des variations de la température avec le développement des bourgeons.

Avant d'utiliser ces documents, j'avais essayé d'une méthode différente pour déterminer l'influence de l'âge. Elle ne peut pas donner des résultats aussi certains, mais elle présente cependant l'avantage de reposer sur l'examen d'arbres de plusieurs espèces, dans différentes po-

sitions ou conditions. Je donnerai donc les résultats auxquels je suis arrivé en suivant les deux méthodes, quoique la seconde soit la meilleure.

### PREMIÈRE MÉTHODE.

*Comparaison d'arbres jeunes et vieux de la même espece dans une même localité.*

En visitant des pépinières, il m'a paru, assez souvent, que les jeunes arbres se feuillent de bonne heure, plus vite que la moyenne des arbres de même espèce d'une taille élevée. J'avais pensé d'abord à constater et comparer les faits, sans m'attacher à des observations aussi vagues ; mais il m'a paru, en y réfléchissant, que les résultats de cette comparaison n'auraient guère de valeur. Les jeunes pieds, dans une pépinière, sont rapprochés les uns des autres ; le terrain est plus ou moins cultivé autour d'eux, et leurs branches ne sont pas à la même élévation au-dessus du sol que celles de la plupart des vieux arbres. Ce sont autant de causes pour que la température et l'humidité diffèrent entre les jeunes et les vieux individus, malgré leur situation dans un même établissement. Pour examiner l'influence possible de l'âge, il vaut mieux comparer des arbres déjà grands, les uns ayant par exemple quinze, vingt ou trente ans, les autres quatre, cinq ou six fois cet âge, ou même un âge plus avancé. Encore faut-il comparer des individus qui ne soient pas exceptionnels quant à leur feuillaison précoce ou tardive et des branches qui soient à peu près à la même hauteur au-dessus du sol, tournées du même côté et sans quelque influence de mur ou abri sur les unes plus que sur les autres.

N'ayant pas découvert autour de moi des arbres favorables à ce genre d'observation, j'ai pensé aux jardins botaniques de Paris et de Pise, dans lesquels se trouvent des pieds très-anciens, on peut dire historiques, dont la date est certaine. J'ai prié les savants directeurs de ces établissements, MM. Decaisne et Caruel, de vouloir bien examiner, au printemps de 1875, comment se feuilleraient ces arbres remarquables et quelques autres, moins âgés, des mêmes espèces, dans des situations analogues. Voici un extrait des réponses de mes honorables amis.

Le vieux *Robinia pseudo-Acacia* du Muséum, qui a plus de deux siècles et qui est peut-être l'origine de tous ceux du continent européen, méritait une mention spéciale. M. Decaisne me dit, dans sa lettre : « Cet arbre est tellement exténué qu'il n'y aurait rien à conclure de sa feuillaison si elle avait offert quelque chose de particulier; mais elle est exactement au même degré de développement que celle d'autres vieux Robiniers voisins de celui-ci. »

« La même remarque, dit-il, peut s'appliquer à notre ancien *Stryphnolobium* comparé à ses enfants. Le père *Paulownia* n'est ni plus ni moins avancé que les autres ; tous commencent à épanouir leurs feuilles. Notre vieux *Catalpa*, comparé aux autres, ne m'a rien offert de particulier. Le *Planera crenata*, dont le Muséum possède l'un des premiers individus introduits par Michaux, ne diffère pas des jeunes qui proviennent de graines envoyées, il y a 50 ans, à Mirbel, par le consul de France à Tiflis. »

Les faits observés par M. Decaisne sont donc tous dans le sens que l'âge n'aurait pas d'influence sur l'époque de la feuillaison. Ce résultat, quoique négatif, n'est pas sans intérêt, car la négation est, dans un sens, une affirmation.

M. Caruel a observé au jardin de Pise un plus grand nombre d'espèces, soit pour la feuillaison, soit, dans certains cas, pour la floraison, et il a noté un détail, dont je lui avais parlé, l'épanouissement quelquefois différent des bourgeons du haut, du milieu ou de la partie inférieure des arbres élevés. Voici ce qu'il me dit :

« 1875, mars 6. Sont au même point de floraison deux Cornouillers (*Cornus mas*), l'un vieux, haut de 9 mètres, l'autre jeune, de 1 1/2 mètre, placés à peu près dans la même situation, ainsi que les autres arbres mentionnés ci-après.

Mars 22. Sont en fleurs et feuilles trois *Prunus cerasifera*, dont l'un un arbre de 8 mètres, les deux autres en buisson de 4 et 8 mètres. Dans tous les trois la floraison et la feuillaison procèdent de bas en haut, de sorte que dans ce moment les branches les plus hautes n'ont que des fleurs, tandis que les plus basses ont fleurs et jeunes feuilles déjà étalées.

Mars 26. De jeunes pieds de marronniers d'Inde (*Esculus Hippocastanum*), hauts d'un mètre, ont sorti leurs premières feuilles. D'autres pieds plus grands ont les leurs renfermées dans le bourgeon.

Mars 30. *Pterocarya caucasica*, planté en 1837, haut de 21 mètres, avec de nombreux rejetons de 1 à 4 mètres sur ses racines. Les rejetons ont sorti leurs premières feuilles, ainsi que les branches les plus basses du tronc principal à une hauteur de 8 mètres ; toutes les autres ont encore leurs bourgeons fermés.

Avril 2. D'autres jeunes pieds de marronniers d'Inde, hauts de 4 mètres, ont sorti les feuilles de leurs bourgeons les plus élevés.

Avril 6. Un *Aesculus rubicunda*, de 12 mètres, planté en 1852, a ses branches inférieures seules en feuilles, les supérieures ont encore leurs bourgeons fermés. Un très-jeune individu de 1 mètre a également ses bourgeons fermés.

*Diaspyros Kaki*, de 12 mètres, planté en 1848. Les feuilles commencent à sortir ; elles sont au même point de développement à toutes les hauteurs ; dans chaque branche séparément les bourgeons sont d'autant plus avancés qu'ils sont plus près du sommet de la branche. Un jeune pied de 2 mètres en est au même point que l'autre.

Un *Koelreteuria*, de 8 mètres, planté en 1844, et un jeune pied d'un mètre, sont au même point ; leurs premières feuilles paraissant dans ce moment.

Avril 10. Le grand marronnier d'Inde (*Aesculus Hippocastanum*), planté, dit-on, en 1597, haut de 24 mètres, et divisé en deux branches à partir de 8 mètres, est en feuilles depuis trois jours, les derniers bourgeons du sommet de l'arbre sont seuls fermés encore.

Un *Acer Pseudoplatanus*, planté en 1848, haut de 12 mètres environ, n'a pas encore ouvert ses bourgeons, tandis que de jeunes pieds de 1 $^1/_2$ mètre à 4 mètres sont en partie en feuilles.

Un *Sophora japonica*, planté en 1843, haut de 14 mètres environ, est sans feuilles, tandis qu'un jeune pied de 5 mètres commence à sortir les siennes.

*Gingko*. Un jeune pied de 4 mètres entr'ouvre à peine ses bourgeons foliaires. Deux vieux arbres, hauts de 25 mètres, plantés en 1787 et 1811, ont grandement ouvert les leurs qui sont à feuilles et fleurs, et les jeunes feuilles sont déjà sorties.

Un *Cercis*, de 10 mètres, planté en 1848, et un autre tout jeune d'un mètre, en sont au même point quant à la feuillaison qui commence.

Un *Arbutus Andrachne*, de 10 mètres, planté en 1820, est au même point de floraison qu'un autre de 3 mètres et un tout petit d'un mètre.

*Tilia glabra*. Un jeune pied de 3 mètres a ouvert ses bourgeons et sorti ses premières feuilles, on peut dire, aujourd'hui. Un vieil arbre de plus de 20 mètres, planté en 1822, ne donne pas encore signe de vie.

Avril 20. *Ailantus*. De jeunes pieds de 4 mètres et un plus âgé de 10 mètres en sont au même point de feuillaison.

Un *Acer platanoides* de 17 mètres, planté en 1816, n'a des feuilles qui commencent à sortir qu'aux extrémités de ses branches. De jeunes pieds de 2 mètres ne présentent rien encore.

*Punica*. Un vieux pied de 6 mètres est au même point de feuillaison qu'un autre plus jeune de 2 mètres.

*Elæagnus angustifolius*. De même pour un pied âgé de 20 ans, comparé à un autre tout jeune.

*Populus angulata*. De même pour un tout jeune pied de 2 mètres, comparé à un autre planté en 1838, haut de 20 mètres environ.

*Carya alba*. De même pour deux individus, un jeune d'un mètre, et un autre de 13 mètres planté en 1842.

Avril 22. *Paulownia*. Les bourgeons se sont ouverts sur des rejetons d'un an sortis d'une souche coupée, et sur un jeune individu de 4 ans, haut de 5 mètres. Rien ne paraît encore sur un pied âgé, haut de 12 à 15 mètres.

Avril 29. *Gymnocladus*. Un jeune pied de 2 mètres en est au même

point pour la feuillaison qu'un grand arbre planté en 1834, haut d'une vingtaine de mètres.

*Asimina triloba*. De jeunes pieds commencent à sortir leurs feuilles, tandis qu'un pied planté en 1820 ne donne pas encore signe de vie.

*Diospyros virginiana*. Un tout jeune pied, et un autre planté en 1836, ont commencé leur feuillaison en même temps, ce dernier sur toute sa hauteur d'une manière égale.

*Pistacia Terebinthus*. Un vieil arbre planté en 1821 va fleurir et ne montre pas encore des feuilles. Un tout jeune pied d'un mètre est beaucoup plus en arrière pour ses fleurs, tandis que ses feuilles ont commencé à se montrer.

Avril 30. *Juglans nigra*. Un grand arbre planté en 1818 commence à entr'ouvrir ses bourgeons, tandis qu'un jeune pied de 3 mètres est plus avancé.

Le grand *Paulownia* mentionné plus haut a ouvert ses bourgeons.

Mai 4. Un jeune pied de *Lagerstrœmia indica* est quelque peu en avance pour la foliaison sur un arbre plus âgé.

De même un jeune pied d'*Excœcaria sebifera* de 3 mètres, comparé à un autre planté en 1826.»

Si l'on se contente de récapituler ces observations précises de M. Caruel, on trouve :

14 exemples, dans lesquels la feuillaison (ou une floraison d'avant les feuilles) a marché de la même manière chez les vieux et les jeunes individus de même espèce ;

3, dans lesquels les individus les plus âgés ont été les plus hâtifs ;

9, dans lesquels ce sont les plus vieux qui ont été les plus tardifs.

Mais il convient d'éliminer les comparaisons entre de vieux arbres et des individus très-jeunes, beaucoup moins élevés, qui ont pu se trouver dans des conditions différentes de terrain, d'ombre et de température, en raison de la distance du sol. Il reste alors :

2 arbres âgés (Gingko, Juglans) plus précoces que les jeunes.

4 arbres âgés (Æsculus Hippocastanum, Sophora, Tilia glabra, Paulownia) plus tardifs.

De ces résultats opposés il est permis de croire : ou que les différences observées tiennent à des circonstances individuelles, comme on en remarque souvent entre des individus voisins d'une même espèce, ou qu'il existe une diversité entre les espèces sous ce rapport, les unes ayant une végétation avancée, les autres une végétation retardée en raison de l'âge.

M. Caruel a observé quatre fois la feuillaison marchant du bas vers le haut des arbres (Prunus cerasifera, Pterocarya caucasica, Æsculus Hippocastanum de 1597, Æsculus rubicunda), tandis que dans le Diospyros Kaki elle procédait simultanément à toutes les hauteurs et qu'aucune espèce n'a montré le développement de haut en bas, lequel s'observe assez souvent sur un même rameau. On peut en inférer que les liquides arrivent un peu lentement aux régions supérieures de la plupart des grands arbres, et de là résulte une présomption que les années doivent retarder la feuillaison.

En définitive, la méthode qui consiste à comparer des individus différents d'une même espèce ne fournit guère des résultats probants. Elle donne quelque probabilité à l'idée du retardement par un effet de l'âge, mais les preuves n'en sont pas suffisantes. La méthode dont je vais parler est plus sûre, parce qu'elle repose sur l'observation d'un même individu pendant une série considérable d'années et que, par conséquent, les différences possibles d'arbre à arbre sont éliminées.

### DEUXIÈME MÉTHODE.

*Observations prolongées sur un même arbre.*

Nous avons l'avantage de posséder à Genève deux séries d'observations sur la feuillaison de deux marronniers (*Æsculus Hippocastanum*) de la promenade appelée la Treille. Mon père s'en était servi [1], en 1832, pour étudier l'effet de la température, de l'humidité et de la clarté du ciel sur l'évolution des bourgeons. On pourrait reprendre aujourd'hui ces recherches en profitant de séries beaucoup plus longues et de documents plus exacts sur les conditions du climat de Genève. Ce n'est pourtant pas mon intention. Je me contenterai d'examiner ici la question, toute nouvelle, de l'influence de l'âge, en laissant de côté les sommes de température dont je me suis suffisamment occupé [2]. Je publierai d'abord les documents, tels qu'ils sont, à cause des conséquences variées qu'on peut en tirer sous le double point de vue de la physiologie végétale et du climat de Genève.

Le marronnier que nous appellerons A, est celui qui a été observé depuis 1808 par M. Rigaud-Martin, ensuite par son fils, M. Rigaud-de Constant, ancien président de la Cour de Justice, et par son petit-fils, M. Charles Rigaud, lequel continue les observations avec la même exactitude. Le carnet porte, à sa première page, de la main de M. Rigaud-Martin, les explications suivantes : « Le sous-signé a noté avec l'exactitude la plus scrupuleuse,

[1] Physiologie végétale, 1, p. 431. — Dans le tableau, p. 432, il faut corriger l'erreur relative à l'arbre A, en 1822. Il s'est feuillé le 22 mars et non le 22 avril, ce qui est indiqué ailleurs exactement.

[2] *Archives*, août et septembre 1875.

dès 1808, la date de l'apparition des premières feuilles d'un marronnier de la Treille, situé devant la fenêtre la plus voisine de l'angle de sa maison du côté du levant. Il s'est fait une règle de fixer ce jour lorsque la branche la plus hâtive porte dix à douze feuilles bien épanouies. » Cet arbre, très-facile à reconnaître, est un des plus gros et des plus beaux de la promenade. Comme les premiers marronniers de la Treille ont été plantés en 1721, d'après une note qui m'a été communiquée par la Chancellerie, il devait avoir un peu plus de 90 ans lorsque les observations ont commencé, et aujourd'hui il doit avoir environ 160 ans.

L'arbre B est en face de la fenêtre du Conseil d'État, dans la tour carrée de l'Hôtel de Ville. Il est un peu moins gros que le précédent, soit qu'il ait été planté quelques années plus tard, soit que le terrain fut plus sec ou de moins bonne composition. L'arbre est d'ailleurs en bon état. Il projette du côté de l'Hôtel de Ville une grosse branche, qui est sans doute celle observée, depuis 1818, par MM. les fonctionnaires de la Chancellerie. Cette série d'observations se continue et l'on ne peut pas douter du désir qu'ont eu les observateurs successifs d'être parfaitement exacts. Je dois remarquer cependant qu'il a manqué, à l'origine, une indication analogue à celle de M. Rigaud-Martin, sur la manière de déterminer les « premières feuilles. » En outre le marronnier A a été observé par trois personnes de la même famille, qui se sont entendues pour suivre avec la même manière de voir, tandis que le pied B a été observé par un grand nombre de personnes, souvent indépendantes les unes des autres.

Les deux arbres, surtout le second B, sont abrités des vents du nord-est par une rangée de maisons et se feuil-

lent à peu près huit jours plus tôt que les marronniers non abrités des environs de Genève. Ils ont été observés toujours de la même hauteur, celle d'un second étage ordinaire. Jamais on ne les a élagués ni maltraités, si ce n'est que depuis huit ou dix ans on a repris la mauvaise habitude, blâmée jadis par notre savant compatriote Senebier, d'accumuler des monceaux de neige au pied des arbres de la promenade pour en dégager les allées [1]. Cette pratique est évidemment fâcheuse. Elle peut amener des caries au bas des arbres et les faire périr, sans avoir l'avantage de donner de l'eau aux racines d'une manière opportune, puisque, à la neige fondante, elles en ont déjà trop, et que d'ailleurs les radicelles qui absorbent sont éloignées de la base du tronc. Je ne crois cependant pas qu'il puisse en résulter un retard appréciable dans la feuillaison. La neige accumulée est ordinairement fondue quand la chaleur influe sur les bourgeons, et il est prouvé par les expériences d'Augustin-Pyramus de Candolle et de M. Duchartre que l'évolution des bourgeons dépend surtout de la chaleur locale qu'ils reçoivent et fort peu de celle du milieu dans lequel sont les racines.

Malgré cette cause d'erreur, probablement insignifiante, je ne pense pas qu'il existe nulle part des séries d'observations aussi probantes pour la question que nous nous sommes proposé de résoudre.

Voici maintenant les chiffres.

[1] Senebier attribuait à cette pratique le dépérissement de plusieurs des arbres de la Treille en 1789 (Voir le *Journal de Genève* de cette époque, p. 172). Il obtint de la faire cesser. Lorsqu'on a recommencé, mes observations verbales n'ont pas trouvé le même crédit auprès de l'administration. C'est cependant un principe en arboriculture d'éviter toute eau stagnante, même en été, au pied d'un arbre. Les arrosements doivent être à distance, et au lieu de creuser le terrain autour de la base du tronc il faudrait plutôt l'élever en talus.

| Années | Marronnier A | | Marronnier B | | Années | Marronnier A | | Marronnier B | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dates observées | Jours à partir du 1er janv. | Dates observées | Jours à partir du 1er janv. | | Dates observées | Jours à partir du 1er janv. | Dates observées | Jours à partir du 1er janv.(1) |
| 1808* | 15 avril | 106me | | | 1842 | 12 avril | 102 | 11 avril | 101 |
| 1809 | 28 mars | 87 | | | 1843 | 27 mars | 86me | 25 mars | 84me |
| 1810 | 29 mars | 88 | | | 1844* | 6 avril | 97 | 3 avril | 94 |
| 1811 | 26 mars | 85 | | | 1845 | 8 avril | 98 | 9 avril | 99 |
| 1812* | 13 avril | 104 | | | 1846 | 27 mars | 86 | 24 mars | 83 |
| 1813 | 8 avril | 98 | | | 1847 | 5 avril | 95 | 3 avril | 93 |
| 1814 | absent | | | | 1848* | absent | 90[2] | 1 avril | 92 |
| 1815 | 24 mars | 83 | | | 1849 | 9 avril | 99 | 7 avril | 97 |
| 1816* | 22 avril | 113 | | | 1850 | 13 avril | 103 | 10 avril | 100 |
| 1817 | 7 avril | 97 | | | 1851 | 11 avril | 101 | 7 avril | 97 |
| 1818 | 8 avril | 98 | 16 mars[3] | | 1852* | 7 avril | 98 | 7 avril | 98 |
| 1819 | 1 avril | 91 | 1 avril | 91me | 1853 | 18 avril | 108 | 18 avril | 108 |
| 1820* | 5 avril | 96 | 6 avril | 97 | 1854 | 2 avril | 92 | 3 avril | 93 |
| 1821 | 10 avril | 100 | 10 avril | 100 | 1855 | 12 avril | 102 | 12 avril | 102 |
| 1822 | 22 mars | 81 | 17 mars | 76 | 1856* | 2 avril | 93 | 26 mars | 86 |
| 1823 | 3 avril | 93 | 4 avril | 94 | 1857 | 3 avril | 93 | 3 avril | 93 |
| 1824* | 21 avril | 112 | 20 avril | 111 | 1858 | 5 avril | 95 | 5 avril | 95 |
| 1825 | 6 avril | 96 | 6 avril | 96 | 1859 | 22 mars | 81 | 18 mars | 77 |
| 1826 | 29 mars | 88 | 29 mars | 88 | 1860* | 8 avril | 99 | 6 avril | 97 |
| 1827 | 7 avril | 97 | 9 avril | 99 | 1861 | 31 mars | 90 | 30 mars | 89 |
| 1828* | 31 mars | 91 | 4 avril | 95 | 1862 | 31 mars | 90 | 28 mars | 87 |
| 1829 | 4 avril | 94 | 6 avril | 96 | 1863 | 6 avril | 96 | 4 avril | 94 |
| 1830 | 28 mars | 87 | 29 mars | 88 | 1864* | 6 avril | 97 | 2 avril | 93 |
| 1831 | 26 mars | 85 | 31 mars | 90 | 1865 | 12 avril | 102 | 11 avril | 101 |
| 1832* | 4 avril | 95 | 4 avril | 95 | 1866 | 6 avril | 96 | 31 mars | 90 |
| 1833 | 10 avril | 100 | 10 avril | 100 | 1867 | 5 avril | 95 | 24 mars | 83 |
| 1834 | 23 mars | 82 | 23 mars | 82 | 1868* | 6 avril | 97 | 3 avril | 94 |
| 1835 | 8 avril | 98 | 7 avril | 97 | 1869 | 9 avril | 99 | 8 avril | 98 |
| 1836* | 24 mars | 84 | 26 mars | 86 | 1870 | 12 avril | 102 | 10 avril | 100 |
| 1837 | 21 avril | 111 | 20 avril | 110 | 1871 | 28 mars | 87 | 27 mars | 86 |
| 1838 | 6 avril | 96 | 8 avril | 98 | 1872* | 30 mars | 90 | 28 mars | 88 |
| 1839 | 10 avril | 100 | 6 avril | 96 | 1873 | 29 mars | 88 | 27 mars | 86 |
| 1840* | 12 avril | 103 | 14 avril | 105 | 1874 | 1 avril | 91 | 31 mars | 90 |
| 1841 | 27 mars | 86 | 25 mars | 84 | 1875 | 5 avril | 95 | 4 avril | 94 |

Moyenne des 67 observations sur A : 94,9
Moyenne des 57 années de B : 93,61

[1] En tenant compte des années bissextiles, qui sont indiquées dans la première colonne par le signe *. Pour chacune de ces années le 1er mars est le 60me jour, au lieu d'être le 59me, le 2 mars est le 61me jour au lieu d'être le 60me, etc.

[2] La date de A pour 1848 a été ajoutée d'après l'observation de l'arbre B, qui a été de deux jours en avance sur lui dans les cinq années antérieures et les cinq subséquentes.

[3] Les observations sur l'arbre B ont commencé évidemment par une erreur, dont on peut se convaincre par la comparaison avec A. L'arbre B a été généralement plus hâtif que l'autre de deux jours environ ; ici il l'aurait été de 23, ce qui n'est pas admissible. On avait

Nous aurions pu ajouter l'année 1876, mais la grêle du mois de juillet 1875 a singulièrement endommagé les arbres, et il est possible que la feuillaison suivante n'ait pas été normale.

Le marronnier A est noté 66 fois dans le laps de 68 ans. J'ai suppléé à l'année 1848 au moyen des observations faites sur B, mais aucune ressource analogue n'existe pour l'année 1814. Il faut donc se contenter de 67 observations pour les 68 ans.

Si l'on divise cet espace en six périodes de 11 ans (sauf la première de 13 ans, dont 12 ont des observations), les époques moyennes de la feuillaison se trouvent comme suit :

| | | Jour de l'année. |
|---|---|---|
| 13 ans, | 1808-20 | 95,50 |
| 11 » | 1821-31 | 93,09 |
| 11 » | 1832-42 | 96,09 |
| 11 » | 1843-53 | 96,45 |
| 11 » | 1854-64 | 93,45 |
| 11 » | 1865-75 | 94,73 |
| Total : 68. | | |

Il est impossible de voir dans ces chiffres une progression dans un sens ou dans un autre. La moyenne générale des 68 ans, d'après les 67 d'observations, tombe sur la fin du 94$^{me}$ jour (94,9) à partir du 1$^{er}$ janvier, et les moyennes partielles sont tantôt au-dessus tantôt au-dessous. Celles du milieu se trouvent les plus fortes.

Comme ces moyennes de 11 à 12 ans sont peut-être

probablement noté l'année 1818, par souvenir, en 1819, ou l'on avait mal transcrit une note. J'ai tenu la date de 1818 pour nulle et les moyennes ont été calculées comme si les observations avaient commencé en 1819.

trop influencées par les années exceptionnelles, j'ai pris des moyennes de 17 ans :

| | | Jour. |
|---|---|---|
| 17 ans, | 1808-24 | 95,75 |
| 17 » | 1825-41 | 93,70 |
| 17 » | 1842-58 | 96,35 |
| 17 » | 1859-75 | 93,82 |
| Total : 68. | | |

Enfin, j'ai comparé les 34 premières années aux 34 dernières :

| | | Jour. |
|---|---|---|
| 34 ans, | 1808-41 | 94,70 |
| 34 » | 1842-75 | 95,09 |
| Total : 68. | Différence : | +0,39 |

De quelque manière qu'on envisage ces chiffres, ils n'indiquent pas une progression. S'il y avait une influence de l'âge, elle se ferait probablement sentir par une augmentation ou une diminution régulière dans des périodes de 17 ans, qui paraissent assez longues pour de vraies moyennes, indépendantes des variations annuelles. D'un autre côté, la comparaison par périodes de 34 ans ne repose que sur deux chiffres. Si plus tard on constate un retard d'environ une $^1/_2$ journée de 34 ans en 34 ans, ce sera significatif, mais nous sommes encore loin de séries aussi prolongées, et la probabilité n'est pas dans le sens d'une variation. En effet, dans les comparaisons qui précèdent, plus les périodes comparées sont longues plus les moyennes de feuillaison se rapprochent, d'où l'on peut augurer que des comparaisons de 50 ans, par exemple, donneraient à peu près exactement la même date.

Le marronnier B a été observé toutes les années pendant 57 ans. Ce chiffre étant divisible par 19, je trouve :

| | | Jour. |
|---|---|---|
| 19 ans | (1819-37) | 94,26 |
| 19 » | (1838-56) | 95,78 |
| 19 » | (1857-75) | 91,32 |
| Total : 57. | | |

Ainsi, mêmes fluctuations que pour A, quoique les périodes d'années ne soient pas identiques. Évidemment, il y a eu dans les années intermédiaires (1832-1856) une plus forte proportion d'années tardives, mais on n'aperçoit ni pour B, ni pour A, une modification régulière dans le cours des années, qu'on puisse attribuer à une cause indépendante des variations ordinaires du climat.

J'aurais voulu pouvoir comparer d'autres espèces avec ces deux marronniers. Après beaucoup de recherches dans les mémoires qui traitent des phénomènes périodiques de végétation, et après avoir sollicité des informations de divers côtés, en Europe et en Amérique, je n'ai pu découvrir qu'une seule série d'observations, de vingt ans au moins, faites sur un même individu. Il s'agit d'un cep de vigne (Chasselas doré), dont la feuillaison, à Ostende, a été notée successivement par MM. Macleod et Lanszweert, de 1843 à 1875, excepté dans quatre années (1856, 61, 64 et 70), c'est-à-dire 29 fois dans un laps de 33 ans. Le pied observé se trouve dans la cour de la propriété de M. Macleod. Il a maintenant environ 65 ans. Voici les dates que les deux observateurs ont bien voulu me communiquer [1]. Je les rapporte, comme

[1] Les observations que M. Quetelet a faites ou provoquées ont commencé vers 1841 ; mais il y en a peu d'une date aussi ancienne,

les autres, au 1er janvier, en tenant compte des années bissextiles.

*Feuillaison d'un pied de vigne à Ostende*

*d'après* MM. MACLEOD et LANSZWEERT.

| Année | Jour | Année | Jour | Année | Jour |
|---|---|---|---|---|---|
| 1843 | 122me | 1854 | 116me | 1865 | 99me |
| 1844 | 117 | 1855 | 143 | 1866 | 99 |
| 1845 | 135 | 1856 | | 1867 | 118 |
| 1846 | 114 | 1857 | 139 | 1868 | 121 |
| 1847 | 129 | 1858 | 92 | 1869 | 100 |
| 1848 | 125 | 1859 | 118 | 1870 | |
| 1849 | 134 | 1860 | 122 | 1871 | 109 |
| 1850* | 129 | 1861 | | 1872 | 101 |
| 1851 | 127 | 1862 | 111 | 1873 | 118 |
| 1852 | 128 | 1863 | 118 | 1874 | 102 |
| 1853 | 137 | 1864 | | 1875 | 93 |

Ici les résultats sont tout autres que pour les marronniers. La date moyenne des 33 ans, tombe au 117,8 jour de l'année, c'est-à-dire au 27 avril d'une année ordinaire et au 28 d'une année bissextile.

En comparant les trois séries de onze ans, dont l'ensemble forme les 33 années, on trouve :

| | | Jour moyen. |
|---|---|---|
| 1re période | (d'après 11 obs.) | 127me |
| 2me » | (d'après 8 obs.) | 119,8 |
| 3me » | (d'après 10 obs.) | 106,0 |

Si l'on veut comparer des périodes plus longues, pour être mieux en dehors de l'effet des diversités annuelles, on a pour 16 et 17 ans :

et dans une localité où de bons observateurs avaient noté depuis cette époque, on n'a pas pu me certifier que les observations aient été faites sur un même individu.

| | | | Jour moyen. |
|---|---|---|---|
| 1re période, | 16 ans | (d'après 15 obs.) | 125,8 |
| 2me » | 17 ans | (d'après 14 obs.) | 109,2 |

Ainsi la date moyenne est devenue régulièrement plus hâtive, de la 32me année à la 65me de l'existence du pied observé.

Les faits sont précis et les moyennes décroissent régulièrement. Néanmoins je ne puis attribuer à cette donnée la même importance qu'à celle des marronniers de Genève. La durée totale des observations a été moins longue, les périodes comparées sont trop courtes pour être à l'abri des influences annuelles [1], et enfin, la circonstance que la vigne est soumise aux opérations de la taille, du palissage, etc., diminue un peu la valeur des faits qui la concernent.

## CONCLUSIONS ET CONSÉQUENCES.

L'emploi des deux méthodes conduit en définitive à ceci :

1° Pour la majorité des espèces arborescentes, en particulier pour le marronnier, rien ne fait présumer que l'époque moyenne de la feuillaison avance ou retarde avec les années, quand les circonstances extérieures ne changent pas. Cela est vrai, du moins, lorsqu'il s'agit d'arbres de 50 à 180 ans d'existence.

2° Pour quelques espèces comme la vigne, et d'après

[1] A l'appui de cette idée il faut remarquer que pour la vigne, entre l'année la plus hâtive et la plus tardive il y a eu dans les 30 ans 51 jours de différence, et dans le marronnier A, dans les 33 premières observations 32 jours et dans les 34 suivantes 27 jours. La vigne dépend donc plus des variations annuelles, du moins à Ostende.

les observations de M. Caruel, la feuillaison serait retardée par l'âge. Malheureusement ces indices ne reposent pas toujours sur la méthode d'observations faites sur un même individu pendant une longue série d'années, mais ils résultent plutôt de la comparaison à un moment donné d'individus qui ne sont peut-être pas strictement comparables.

3° De jeunes arbres sont souvent plus hâtifs que ceux de 20, 30 ou 40 ans de la même espèce, ce qui peut tenir au rapprochement du sol ou à d'autres circonstances locales, indépendante de l'âge.

4° Les bourgeons du sommet d'un arbre s'ouvrent fréquemment après ceux de la partie inférieure, ce qu'on peut attribuer à leur éloignement des racines et peut-être aussi à une différence de température de l'air supérieur et inférieur au printemps.

5° Dans toute comparaison entre les époques de feuillaison d'une espèce dans divers pays ou diverses années, il est inutile de s'occuper d'une influence possible de l'âge, car celle-ci est ou nulle, ou minime, relativement aux influences de climat.

---

SUR UN SOI-DISANT CAS

DE

# TRANSPOSITION DANS LA SÉRIE GRASSE

**Par M. E. DEMOLE**

---

Dans les rapports de la Société de Chimie de Berlin, (1874, p. 1172), M. F. Baumstark a observé qu'en faisant passer pendant longtemps du gaz éthylène à travers une solution alcoolique d'Iode, renfermant de l'Iode en excès, chauffée vers 65°, il se forme, indépendamment du Iodure d'Éthylène, un corps $C_4H_9IO$ que l'on peut isoler par l'eau, qui est liquide, distillable presque sans décomposition à 155°, renfermant de l'Iode et doué d'une odeur très-caractérisque. Il propose pour la constitution de ce corps, la formule $\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH \end{array} \begin{array}{l} \diagup OC_2H_5 \\ \\ \diagdown I \end{array}$ Iodéthyline d'Éthylidène.

Ce composé se forme, d'après l'auteur, par l'action de l'alcool sur le Iodure d'Éthylène.

Il est pour le moins très-intéressant, qu'à une aussi basse température que 65°, l'Iodure d'Éthylène donne par l'alcool un dérivé de l'Éthylidène et surtout d'une manière aussi nette. Il m'a semblé qu'une transformation effectuée à une température aussi basse et dans des con-

ditions aussi normales, devait être étudiée avec soin, car son étude pouvait jeter du jour sur d'autres transformations analogues. Mais avant tout, il m'a paru nécessaire d'établir plus sûrement encore que le composé $C_4H_9IO$ est bien en réalité un dérivé de l'Éthylidène et non pas de l'Éthylène; qu'il est bien :

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH \begin{array}{l} \diagup OC_2H_5 \\ \diagdown I \end{array} \end{array} \quad \text{et non pas} \quad \begin{array}{l} CH_2OC_2H_5 \\ | \\ CH_2I \end{array}$$

Le corps lui-même a tout d'abord été préparé en assez grande quantité (70 gr.) pour pouvoir vérifier les propriétés que lui assigne M. Baumstark, et ces propriétés sont tout à fait exactes. Son point d'ébullition s'est fixé à 154°-155° (Baumstark 155°).

Les analyses ont fourni :

| | *Expérience.* | *Théorie.* |
|---|---|---|
| C | 23.65 — 23.67 | 24 |
| H | 4.83 — 4.87 | 4.50 |
| I | 63.10 | 63.50 |

Il est fort peu soluble dans l'eau et inaltérable par la solution aqueuse de KOH.

Les expériences que l'auteur, M. Baumstark, a entreprises sur ce composé, sont les suivantes :

La potasse en solution aqueuse, à 150° en tube fermé, n'altère pas ce corps.

L'amalgame de sodium paraît être sans action sur lui.

L'Éthylate de soude, $C_2H_5$ ONa, à 150° en tubes fermés, décompose ce corps et l'on retrouve outre de l'aldéhyde et de l'éther, un liquide bouillant vers 95°-105°, que l'auteur considère comme l'acétal.

C'est cette dernière réaction qui conduit M. Baumstark à admettre que ce composé :

$C_4H_9IO$ dérive de l'Éthylidène.

$$\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH \end{matrix}\begin{matrix} \diagup OC_2H_5 \\ \\ \diagdown I \end{matrix} + C_2H_5\,ONa = INa + \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH \end{matrix}\begin{matrix} \diagup OC_2H_5 \\ \\ \diagdown OC_2H_5 \end{matrix}$$

Nous nous trouvons donc en présence de deux réactions : la première dans laquelle l'Iodure d'Éthylène, à la basse température de 65°, subit par l'alcool une transposition (selon M. Baumstark), la seconde dans laquelle ce produit formé, $C_4H_9IO$ à la température de 150° et en tube fermé, traité par un réactif aussi énergique que l'Éthylate de soude, ne subit pas de transposition (toujours d'après M. Baumstark), mais donne simplement par substitution, de l'acétal.

Et de fait, l'auteur ne donne aucune preuve qu'il y a eu transposition dans la première réaction et qu'il n'y en a pas eu dans la seconde, en sorte que cette formation d'acétal ne peut nous conduire à aucun résultat certain pour la constitution du corps en question.

Ces considérations m'ont engagé à éclaircir la constitution de $C_4H_9IO$ par synthèse.

Je suis parti de la supposition que le corps renfermait de l'Éthylène et j'ai fait mon possible pour opérer la préparation des corps, par lesquels j'ai dû passer, à une température aussi basse que possible, de façon à éloigner toute chance de transposition.

En attaquant le glycol par le sodium M. Wurtz (*Annales de chimie,* 1859, tome LV, page 429) arrive aux deux corps glycol sodé et disodé.

L'Iodure d'Éthyle, en agissant sur ce mélange, donne

également naissance à un mélange de glycol monéthylique et diéthylique ; ce dernier est le seul que M. Wurtz se soit attaché à isoler (il bout à 123°), mais il n'a pas pu purifier ni étudier le glycol monéthylique, ayant opéré sur de trop petites quantités de glycol (18 gr.).

Je suis parti de 180 grammes de glycol (préparés d'après ma méthode) parfaitement pur, bouillant à 194°-196°.

Cette quantité a été traitée par petites opérations, par du sodium en quantité théorique (2 mol. glycol pour 1 mol. $Na_2$), en laissant toutefois une petite portion de glycol non altéré. La masse blanche a été additionnée de $C_2H_5I$ dans le rapport voulu, et chauffée doucement au-dessous de 100° pendant 3 heures, avec réfrigérant montant, puis distillée au bain de sable et enfin le liquide obtenu, purifié par distillation fractionnée. On retrouve généralement un peu de Iodure d'Éthyle au-dessous de 100° et un peu de glycol au-dessus de 170°. Entre ces deux points on a facilement isolé deux combinaisons.

La première est celle que M. Wurtz a déjà décrite, qui bout vers 123°-124° (Glycol diéthylique), la seconde qui bout à 134° (non corr.) à 721,5$^{mm}$.

Les analyses de ce dernier corps et sa densité de vapeur ont conduit à la formule : $C_4H_{10}O_2$.

| | *Expérience.* | *Théorie.* |
|---|---|---|
| C | 53,39 — 53,13 | 53,42 |
| H | 11,13 — 10,91 | 11,11 |

La densité de vapeur H = 2 a été trouvée de 87,5, tandis que le poids moléc. est 90. — La densité à 13° est de 0,926.

Ce corps est donc le *Monéthylglycol* $CH_2OH$
$|$
$CH_2OC_2H_5$

Liquide passablement soluble dans l'eau, soluble dans l'éther et l'alcool et presque sans odeur. Il est attaqué par $C_2H_3OCl$ avec formation d'un éther acétique d'odeur agréable.

J'ai cherché à remplacer dans ce composé (OH) par I. et pour cela j'ai fait usage de $PI_3$ comme préférable à HI, et ce qu'il réagit sur $CH_2OH$ à une température
$|$
déjà très-basse. $CH_2OC_2H_5$

Le glycol monéthylique a été introduit par petites portions dans un ballon, dans lequel on avait préparé par addition $PI_3$ sans excès. On a eu soin de refroidir constamment, dès que la réaction paraissait s'activer, lorsqu'elle a été achevée on a repris par l'eau et la soude, puis distillé ; dans le distillat on a séparé une huile lourde insoluble dans l'eau et indécomposable par les alcalis : elle a été lavée et séchée sur Ca $Cl_2$, puis distillée.

On recueille tout d'abord un peu de $C_2H_5I$ (probablement formé en vertu d'une réaction inverse), puis un liquide bouillant, après plusieurs rectifications à 154°-155°.

Les analyses ont conduit à la formule $C_4H_9IO$.

| | *Expérience.* | *Théorie.* |
|---|---|---|
| C | 24 | 24 |
| H | 4,48 | 4,50 |
| I | 63,24 | 63,50 |

Ce corps est insoluble dans l'eau et inaltéré par les alcalis, même à chaud. — Il a donc identiquement la

même formule, les mêmes propriétés que le composé de M. Baumstark, c'est-à-dire que ces deux composés sont identiques. Dès lors sa constitution est la suivante :

$$\begin{array}{l} CH_2I \\ | \\ CH_2OC_2H_5 \end{array}$$

Il dérive de l'Éthylène et non pas de l'Éthylidène, et l'on peut donc dire qu'à la température de 65° le Iodure d'Éthylène, se décompose par l'alcool en

$$C_2H_4 \begin{array}{l} I \\ OC_2H_5 \end{array} + HI,$$

mais qu'il n'y a pas de transposition et que ce composé est simplement : $\begin{array}{l} CH_2I \\ | \\ CH_2OC_2H_5 \end{array}$. Iodéthyline d'Éthylène.

Vevey, mai 1876.

# SUR L'IMPOSSIBILITÉ D'ÉTABLIR
# LES LIMITES DES ÉTAGES

ET

## DISCUSSION DE QUELQUES PRINCIPES DE GÉOLOGIE

PAR

**M. Th. EBRAY**

---

Quand on fouille le passé, on constate que nous avons eu la période de la translation du soleil autour de la terre, la période de l'horreur du vide, la recherche du mouvement perpétuel, la recherche des systèmes de soulèvement.

Nous nous rappelons tous du temps où chaque géologue désirait apporter sa pierre à cet édifice, l'un arrivait avec le système du Sancerrois, l'autre avec le système de la Côte-d'Or et le système du Morvan, voulant ainsi rendre hommage au maître tout-puissant qui avait su par son ascendant entraîner la science dans une si funeste voie.

Nous démolissons aujourd'hui ce qui ne peut plus exister et nous démolissons en jetant un regard de tristesse sur ces materiaux qui gisent inutilement entassés par des hommes de grande valeur, dont l'esprit mieux dirigé aurait pu devenir si utile à la science.

Pendant combien de temps certains géologues ne se sont-ils pas agités pour démontrer que la couche ferrugineuse

qui sépare le lias de l'oolithe inférieure était bajocienne ? Combien de papier n'a-ton pas noirci pour établir que le Bonebed faisait partie du trias ! Les mêmes géologues n'ont-ils pas discuté pour savoir si les couches à Am. macrocephalus étaient bathoniennes ou calloviennes ?

Comme je l'ai fait remarquer, il y a fort longtemps, ces couches doivent être considérées comme des couches transitoires.

La rotule fait-elle partie du tibia ou du fémur ? Les physiologistes plus sages que nous ne se sont jamais posé cette question.

C'est une bonne et utile chose d'examiner de temps en temps les tendances générales de la science, de voir si sa direction est celle qui conduit à la découverte de la vérité, afin de retenir et d'avertir ceux qui perdent leur temps à poursuivre des chimères.

Nous examinerons successivement :

1° La théorie des soulèvements ;

2° La théorie de la limite des étages ;

3° La théorie du tracé du contour des anciennes mers par les affleurements des couches ;

4° La théorie de la séparation indéfinie des espèces, en prenant pour base les caractères d'un ordre inférieur.

### *1° Théorie des soulèvements.*

La théorie des soulèvements a été combattue au moment de sa naissance par Constant Prevost, et l'on ne saurait assez rendre hommage à ce courageux géologue qui a osé combattre cette véritable hérésie, alors que son auteur et ses adhérents étaient tout-puissants. Malheureusement la stratigraphie étant encore très arriérée, Con-

stant Prevost ne pouvait combattre Élie de Beaumont que par des considérations générales, et sa parole n'a pas eu la force d'arrêter la majorité des géologues engagés dans cette voie funeste. Cependant le vide a commencé à se faire naturellement autour de cette théorie, et j'ai pensé que ce qui pourrait finir par l'anéantir complétement serait de reprendre un par un tous les systèmes de soulèvement et de prouver, par la stratigraphie, que leur établissement était basé sur des illusions géologiques. J'ai, en effet, publié dans ce but quatre mémoires dans lesquels je démontre la nullité des systèmes du Morvan, de la Côte-d'Or, du Sancerrois. Je possède les renseignements nécessaires pour montrer que les autres sont basés sur des erreurs ; je verrai s'il sera nécessaire de les publier, mais je crois voir qu'aujourd'hui la théorie des soulèvements est jugée et qu'elle ne peut être considérée que comme un bel effort de l'esprit humain, n'ayant eu qu'un côté utile, celui d'empêcher les géologues de tomber dans les mêmes erreurs.

## 2° *Théorie de la limite des étages.*

L'étude de la limite absolue des étages occupe toujours l'esprit de beaucoup de personnes, en tête desquelles nous trouvons encore le savant professeur de la Sorbonne.

Quelques géologues se sont déjà élevés contre la possibilité de cette recherche.

Depuis que j'étudie, j'ai toujours appelé l'attention des savants sur l'impossibilité de tracer des limites exactes séparant les étages ; notre regretté ami, de Ferry, a publié sur ce sujet un travail intéressant intitulé : *Notes sur les limites des étages géologiques,* dans le huitième volume du bulletin de la Société linnéenne de Normandie.

On discute aujourd'hui, en perdant un temps précieux, pour savoir où commence la craie chloritée et où finit le gault.

Si la recherche d'une limite est oiseuse, c'est assurément celle-ci, et nous allons le démontrer.

L'étage albien ne se comporte pas partout de la même façon.

Il existe dans les Alpes une couche du gault qui contient, outre de nombreux fossiles albiens, un certain nombre d'espèces qui se retrouvent dans l'étage cénomanien; on peut citer entre autres : Epiaster distinctus, Holaster lævis (carinatus), Holaster subglobosus, Discoïdea conica, arca carinata, etc. Évidemment on discuterait inutilement et indéfiniment pour savoir s'il convient de classer cette couche dans le gault ou dans la craie chloritée, mais il n'échappera à aucun géologue que la couche des Alpes qui contient ces fossiles correspond, comme l'a fait remarquer M. Renevier, à la couche de la Perte-du-Rhône qui, elle-même, correspond à celle de Clansayes, de Cosnes, de St-Florentin, de Seignelay.

Le gault supérieur de la Perte du Rhône, ainsi que celui de Clansayes, contient, comme on le sait, encore quelques espèces cénomaniennes, mais celles-ci sont en moins grande abondance que dans les Alpes. Le gault supérieur de Cosne, comme je l'ai montré dans mon travail intitulé : *Stratigraphie de l'étage albien des départements de l'Yonne, de l'Aube*, etc. (Soc. géol., 2e série, tome XX), contient aussi une quantité assez considérable de fossiles cénomaniens mélangés à un plus grand nombre de fossiles albiens; mais les espèces cénomanniennes sont aussi moins nombreuses que dans les Alpes; elles ont, en outre, une autre signification; on n'y rencontre plus Holaster

subglobosus, trecensis, Epiaster distinctus, qui caractérisent, en général, le vrai cénomanien supérieur à Am. inflatus de la couche de Cosne (les Brocs) ; elle contient aussi Cardium Hillanum, Arca carinata. Ces derniers fossiles prennent naissance dans le gault inférieur. A Seignelay, les fossiles albiens prédominent tout à fait. Plus au nord, la couche du gault disparaît; j'en ai vu les dernières traces vers Pinay et Moutiérander, comme l'a d'ailleurs vérifié M. Tombeck.

Si nous examinons comment les caractères paléontologiques concordent avec les caractères stratigraphiques, nous verrons que dans les Alpes de la Savoie la couche supérieure du gault est recouverte par un cénomanien rudimentaire.

A Clansayes, la couche du gault supérieur contient, outre des espèces cénomaniennes et albiennes, de nombreux fragments de bois percés par les lithophages; elle repose sur un massif puissant de grès et de sables qui correspondent aux sables ferrugineux de la Puisaye.

A Cosne, on voit la craie chloritée reposer sur une petite épaisseur d'argile bleu, pétrie de grains de silicate de fer, au-dessous de laquelle se trouve la couche du gault supérieur caractérisé, comme celui de Clansayes et la Perte du Rhône, par l'abondace du phosphate de chaux et des bois percés par les lithophages. Les sables ferrugineux de la Puisaye supportent cette couche remarquable; ils reposent eux-mêmes sur les argiles et les grès du gault inférieur. A Seignelay, la couche d'argile bleue immédiatement inférieure à la craie chloritée a déjà beaucoup augmenté de puissance ; le gault supérieur contient moins de fossiles cénomaniens et repose sur les sables ferrugineux déjà fort réduits. Puis le gault supérieur se

rapproche de plus en plus du gault inférieur; il contient toujours sa faune spéciale ; les espèces du gault inférieur deviennent prédominantes, et les espèces cénomaniennes disparaissent.

A Pinay et à Moutiérander, cette couche est encore reconnaissable; plus loin, vers le nord, je ne l'ai plus retrouvée.

En ce point, les marnes bleues, qui n'ont que deux mètres de puissance à Cosne, sont devenues très-épaisses, et la gaize a remplacé les sables ferrugineux.

Si nous mettons en regard les caractères paléontologiques et les caractères stratigraphiques, on est forcé de reconnaître :

1° La couche du gault supérieur, si abondante en gastéropodes, acéphales, bois percés par les lithophages, représente une couche qui s'est formée sous une faible profondeur d'eau.

2° Cette couche supportant des assises qui représentent des dépôts de mers profondes, reposant aussi partout sur des dépôts ayant ce même caractère, résulte évidemment d'un exhaussement du sol qui a rapproché le fond de la mer de sa surface.

3° Les mers ayant des profondeurs fort inégales, les mouvements lents d'exhaussement ne se faisant pas partout avec la même vitesse, les conditions de profondeur qui ont permis à la couche du gault supérieur de se former ne se sont pas produites partout à la même époque; le même raisonnement est applicable à toutes les couches fossilifères.

4° Donc et à priori, la couche fossilifère du gault supérieur, de même que les autres couches fossilifères, n'indiquent pas des lignes synchroniques, et l'on est forcé-

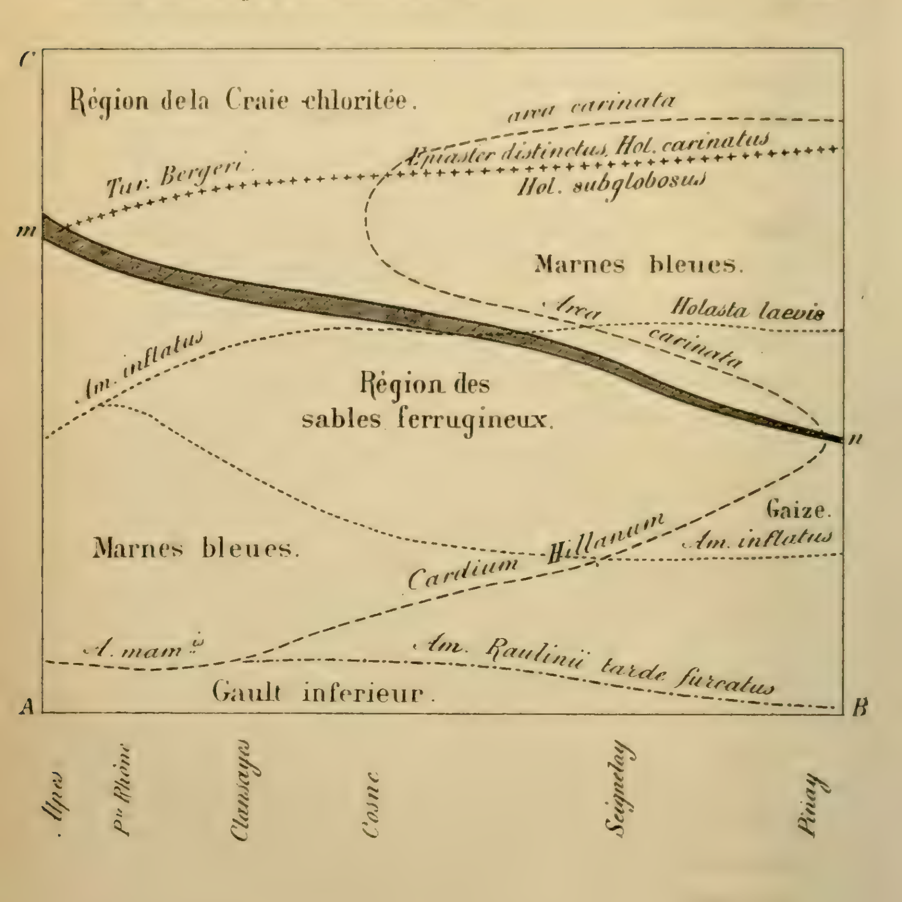
ment conduit à conclure qu'en supposant une ligne synchronique séparant deux systèmes de couches, une partie d'une couche fossilifère peut se trouver au-dessus de cette ligne, l'autre partie au-dessous.

5° Il s'ensuit que, dans un ensemble *non perturbé par des mouvements brusques,* une partie d'une couche peut appartenir à un étage et l'autre partie à un autre étage.

*La recherche de séparations synchroniques constitue donc une chimère.*

6° Entrant dans les détails, on voit que le gault supérieur de Pinay et de Moutiérander occupe, suivant la verticale ou le temps, une position inférieure et que cette couche devient d'autant plus récente qu'elle se rapproche des Alpes.

L'ordre que l'on remarque dans le désordre apparent de la nature où tout se meut suivant des lois élémentaires basées sur une liberté qui n'a pour limite que l'instinct des espèces, l'élasticité de leur organisation et la variation de la nature des milieux vitaux, n'est pas facilement et surtout immédiatement accessible à la raison de l'homme, et si nous introduisons, comme nous allons chercher à le faire, toutes les données du problème, on comprend seulement alors quelles sont les difficultés que nous avons à surmonter avant de pouvoir dire : Ici finit l'albien, là commence le cénomanien. Cette autre donnée, *la ligne de propagation des espèces,* ne sera peut-être pas du goût de ceux qui, suivant l'expression du savant Pictet, se contentent facilement et complique d'une façon bien autrement grande ce problème des limites déjà subordonné à deux inconnues : la profondeur des mers et la vitesse du mouvement des oscillations.




*A C. Axe des temps.*

*A B. Axe des espaces.*

*m n. Couche du gault supérieur.*

*NB. L'épaisseur des couches n'est pas proportionnelle au temps.*

L'épure que nous dressons est destinée à montrer comment il conviendrait d'étudier cette question si complexe.

Si maintenant on voulait tracer, par un point quelconque de notre épure, une ligne synchronique, c'est-à-dire, une ligne parallèle à l'axe des espaces ou parallèle à AB on verrait :

1° Si cette ligne a pour point de départ la couche du gault supérieur des Alpes, la craie chloritée sera coupée en deux parties représentant chacune un étage.

2° Si cette ligne a pour point de départ la couche supérieure de Cosne, cette même couche, dans les Alpes, devient du cénomanien, et les marnes bleues seront coupées en deux parties appartenant à deux étages.

3° Si cette ligne a pour point de départ la couche du gault supérieur de Pinay, ce seront les sables ferrugineux qui seront moitié albiens, moitié cénomaniens.

*Cherchons alors comment les étages se lient et non pas comment ils se séparent.*

### *3° Tracé du contour des anciennes mers par les affleurements des étages.*

En ouvrant tous les livres classiques publiés depuis quinze ans, on voit que les géologues ont été pendant longtemps occupés à la délimitation des anciennes mers, en prenant pour base les affleurements des étages. Il a suffi d'une chiquenaude, d'une notice d'une page, pour mettre bas cette idée erronée.

En effet, après avoir montré que la France entière et probablement l'Europe avait été soumise à des dénudations d'une puissance de 600 à 1000 mètres, il fallait bien conclure que les affleurements actuels n'étaient que

le résultat de sections faites dans les couches géologiques et que les véritables rivages devaient se trouver à des centaines de kilomètres en arrière des affleurements actuels.

Peu de géologues ont continué à suivre cette voie erronée, aussi avons-nous vu avec peine un paléontologiste distingué rechercher les limites des mers jurassiques *Paléontologie française*: Végétaux fossiles, par Saporta), en se basant quelquefois sur la présence de fucoïdes qui, comme on le sait, peuvent vivre à d'assez grandes profondeurs.

Les derniers travaux qui ont été publiés sur le jurassique de l'Ardèche suffisent, je l'espère, pour éloigner définitivement les savants de la recherche de la limite des anciennes mers par des procédés aussi naïfs que celui des affleurements.

### 4° *Séparation indéfinie des espèces en prenant pour base des caractères d'un ordre inférieur.*

Quand on parcourt les derniers ouvrages publiés sur la description des espèces, on remarque que certains auteurs, soit dans le but de se donner la satisfaction de créer une espèce, soit dans le but de justifier une limite d'étage, créent des espèces basées sur des caractères d'un ordre très inférieur et encombrent la science de noms que l'on est obligé plus tard de reléguer dans les synonymies.

Ce défaut, qui nous a été légué en grande partie par d'Orbigny, est déjà ancien, mais il a été perfectionné. Pour justifier sa classification, le grand paléontologiste annonce dans son Prodrome, tome I, page XXXVIII :

« *Nous poussons encore beaucoup plus loin nos conclu-*

*sions. Si nous trouvions dans la nature des formes qui, après l'analyse la plus scrupuleuse, ne nous offriraient encore aucune différence appréciable, quoiqu'elles fussent séparées par un intervalle de quelques étages (ce qui n'existe pas encore), nous ne balancerions pas un instant à les regarder néanmoins comme distinctes.* »

Théoriquement il pouvait avoir raison, car si la nature a créé à une certaine époque un certain type, elle a pu, à la rigueur, recréer ce type à une autre époque rapprochée de la première; malheureusement pour cette supposition, plus on étudie ces types assez nombreux qui passent d'un étage à un autre ou qui traversent plusieurs étages, plus on voit qu'ils se propagent suivant certaines régions continues et sans interruption vitale.

En émettant cette idée bizarre, on peut dire que d'Orbigny a inventé le système pentagonal de la paléontologie stratigraphique.

Il y a d'autres stratigraphes qui, voulant se donner des apparences plus positives, créent des espèces pour les besoins d'une cause, en se basant sur des caractères distinctifs sans grande valeur.

Quelquefois ces stratigraphes rendent des services, car certaines variétés ont souvent des habitats déterminés, par exemple, les variétés de Micraster, créées par M. Hebert; souvent aussi ce procédé conduit à augmenter les synonymies. (Voyez *Bulletin de la Société géologique*, 7 juin 1875, sur le Holaster lævis, par de Loriol.)

D'un autre côté, on voit le Darwinisme arriver au même résultat d'une façon diamétralement opposée.

Il me semble cependant que cette question des espèces n'est pas compliquée, et ici je me demande si je ne ferai

pas moi-même partie de ceux qui, d'après Pictet, se contentent facilement. Je puis poser :

1° Si la nature, par une force et avec des éléments auxquels on peut donner le nom que l'on voudra, a pu créer un type soi-disant primitif dont sont découlés les autres êtres, elle a pu, par le même procédé, à la même époque ou à une autre époque, créer d'autres types non semblables aux premiers.

2° La nature a donc pu créer, à une époque quelconque, des espèces nouvelles ou des types nouveaux.

3° Procédant du connu à l'inconnu, on peut admettre que chaque type, passant d'un milieu à un autre milieu, a été susceptible de certaines modifications.

4° Partant de ces principes, il a dû apparaître des types nouveaux qui constituent les espèces; puis ces types ont dû se modifier et fournir des variétés.

5° Les variétés peuvent également s'obtenir par les modifications qui s'opèrent suivant les longitudes et les latitudes, et dans ce cas on obtient des variétés géographiques; ou bien ces modifications de milieu se font suivant la verticale ou, comme on le dit, dans le temps, et alors on obtient des variétés stratigraphiques.

6° Au point de vue zoologique, les espèces ont une valeur de premier ordre ; au point de vue stratigraphique, les variétés ont des applications qui peuvent rendre les plus grands services.

7° Il faut donc s'occuper de ces deux manifestations des forces de la nature, *mais il convient de les distinguer.*

---

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

# KÉRATITE NÉVROPARALYTIQUE

PAR

**M. le docteur C. DECKER**
Premier assistant de la clinique ophthalmologique de Berne.

Depuis les expériences de Magendie, les troubles oculaires qui surviennent, à la suite de la paralysie du trijumeau, ont été l'objet de recherches nombreuses, et ont donné lieu aux interprétations les plus diverses. Ayant eu nous-mêmes l'occasion d'observer dernièrement un cas de ce genre dans le service de la clinique des maladies des yeux de l'Université de Berne, M. le professeur Dor nous engagea à publier l'histoire de ce cas, en y joignant les résultats d'expériences de contrôle entreprises sur des animaux.

Avec un peu d'exercice, il n'est point très-difficile, chez le lapin, d'atteindre, au moyen d'un instrument approprié, le trijumeau dans l'intérieur du crâne et de le diviser. A la suite de cette opération, on voit chez l'animal se développer, comme chez l'homme après la paralysie de la cinquième paire, des lésions de l'œil dont on peut plus facilement que dans les observations offertes par la clinique, étudier la nature en faisant varier les circonstances de l'expérimentation.

Dans l'observation que nous allons rapporter, il s'agit d'un garçon de 10 ans. L'histoire de malade de ce pa-

tient, prise vers la fin de janvier 1876, nous fournit les données suivantes :

Quatre mois avant son entrée à l'hôpital, le patient remarqua un gonflement indolore de la joue gauche, un peu en avant et au-dessous du lobule de l'oreille. La tumeur en question fit des progrès assez lents jusqu'à il y a deux mois. A partir de ce moment, l'accroissement fut très-rapide. Dans ces derniers jours, la tumeur fut le siége pour la première fois de douleurs spontanées assez intenses et revenant par accès. Depuis trois semaines environ, il s'est manifesté une affection de l'œil gauche, dont le seul symptôme subjectif consista dans une diminution progressive de la vue de ce côté. Les parents de notre malade, remarquant que l'œil était enflammé, protégèrent cet organe au moyen d'un bandeau qui était porté pendant le jour et enlevé pour la nuit. Jusqu'à son entrée à l'hôpital, le patient n'a présenté aucun symptôme qui puisse faire penser à une complication cérébrale.

*État actuel* (28 janvier 1876). Au-dessous et en avant de l'oreille gauche existe une tumeur dont les dimensions atteignent presque celles du poing d'un adulte. Ce produit pathologique est limité supérieurement par l'arcade zygomatique ; en avant par une ligne verticale qui passerait par le milieu de la joue ; en bas par une ligne à concavité supérieure, passant un peu au-dessous de l'angle du maxillaire inférieur ; en arrière, la tumeur s'étend jusqu'au bord antérieur du trapèze, en refoulant la partie supérieure du sterno-cleido-mastoïdien. La masse de cette tumeur est peu mobile, de consistance dure et élastique, dans la partie antérieure presque fluctuante ; elle est adhérente avec des téguments qui ont une coloration rouge bleuâtre et présentent par places de fortes ectasies veineu-

ses. Au-dessous et en arrière de l'apophyse mastoïde, on sent une glande lymphatique volumineuse, élastique, très-mobile. — La charpente osseuse de la région (notamment le maxillaire supérieur et la paroi externe de l'orbite) n'est pas affectée.

Eu égard au développement rapide de l'affection, au caractère de cette dernière et à l'âge du patient, on pensa qu'il s'agissait d'une tumeur sarcomateuse partant probablement de la parotide.

L'organe de la vision du côté gauche, ainsi que la moitié correspondante de la face présentent les troubles suivants de nutrition et d'innervation.

A. *Œil.* Injection moyennement intense de la conjonctive palpébrale et bulbaire ; la cornée opacifiée dans toute son étendue, n'a pourtant perdu toute sa transparence dans aucun point. L'opacité est le plus considérable dans la partie centrale. En cet endroit on remarque une perte de substance profonde qui a amené une perforation. L'humeur aqueuse est trouble. Absence complète d'hypopyon. L'iris a perdu sa couleur normale. La pupille est étroite ; synéchies postérieures à la partie supérieure. Le bord inférieur de l'orifice pupillaire est largement adhérent avec la cornée au point où s'est effectuée la perforation.

Sous l'influence de l'atropine, la pupille se dilate irrégulièrement et d'une manière peu considérable. La pression intraoculaire a diminué notablement : d'après une mensuration, effectuée avec le tonomètre de M. le professeur Dor, la résistance de l'œil gauche est à celle de l'œil droit comme 18 : 26. Elle aurait donc diminué de presque un quart du côté affecté.

La sécrétion lacrymale ne paraît pas être troublée.

La sensibilité générale de l'œil a beaucoup souffert. On constate une anesthésie complète de la cornée : il en est de même pour la conjonctive sauf au niveau de la paupière inférieure où il existe encore quelques traces de sensibilité.

Quant aux troubles de la motilité, ils sont répartis comme suit :

Paralysie complète du muscle droit externe.

Parésie très-prononcée de tous les muscles extrinsèques innervés par l'oculo-moteur commun.

Il est impossible de rien dire de positif sur l'état des muscles intrinsèques de l'œil, vu l'état inflammatoire de l'iris, et la diminution considérable de l'acuité visuelle qui empêche complétement la constatation d'une paralysie de l'accommodation.

B. *Moitié gauche de la face et des cavités buccale et nasale.* La sensibilité est altérée dans le domaine des trois branches du trijumeau : mais l'anesthésie n'est absolue que dans la partie des téguments innervés par le nerf frontal. La muqueuse nasale est presque complétement insensible, tandis que l'action des irritants est encore assez bien perçue sur toute l'étendue de la muqueuse de la bouche, notamment de la langue.

La motilité de cette moitié de la face n'a guère moins souffert. Tous les muscles innervés par le facial gauche sont paralysés. La mâchoire inférieure est déplacée du côté gauche, mais il est difficile de dire si cette dislocation du maxillaire provient d'une paralysie des muscles masticateurs ou de l'effet mécanique de la tumeur de la joue.

L'audition est presque complétement abolie de ce côté, et ce fait n'est pas seulement le résultat de la compression et de l'aplatissement du conduit auditif externe, car le bruit d'une montre appliquée sur l'apophyse mastoïde est beaucoup moins bien entendu du côté gauche que du côté droit.

Il n'y a aucun trouble de la déglutition.

Des symptômes cérébraux font défaut pour le moment. Le pouls est régulier, 85. Il n'y a ni vomissements, ni convulsions. L'examen ophthalmoscopique de l'œil droit permet de constater l'absence d'une stase de la papille.

L'état des autres organes ne présente rien qui soit digne d'être mentionné.

A partir de son entrée à l'hôpital, le patient fut soigneusement observé. Nous trouvons, dans nos notes, les détails suivants sur la marche de la maladie jusqu'au moment où nous écrivons ces lignes.

*31 janvier*. L'affection de la cornée, sous l'influence d'un simple bandage protecteur, semble s'être un peu améliorée.

*2 février*. Le patient a eu dans les dernières vingt-quatre heures des vomissements répétés. Il se plaint de maux de tête violents. Fièvre légère le soir. Le sensorium est légèrement pris. Pouls 80. La pupille du côté droit ne présente pas de modification remarquable.

*5 février*. Amélioration dans les symptômes précédents. La tumeur semble s'être accrue notablement les derniers jours. Fluctuation dans la partie antérieure, grande tension de la peau, mais absence d'œdème. Une ponction en cet endroit évacue une petite quantité d'un liquide épais, visqueux, jaune citron assez transparent.

A partir du 2 février, la température présente tous les soirs une légère ascension fébrile ne dépassant guère 38,6.

*6 février*. On aperçoit pour la première fois au-dessus du sourcil gauche et sur la moitié gauche du dos du nez, des excoriations peu profondes, recouvertes d'une mince croûte jaunâtre. Le patient dit éprouver des démangeaisons dans la moitié de la face qui est le siége de l'affection, ce qui le pousse à se gratter assez souvent.

*8 février*. A la place de l'excoriation légère au-dessus du sourcil, on voit maintenant une plaque de la grandeur d'une pièce de dix centimes, recouverte d'une croûte très-épaisse. Les excoriations du nez se sont aussi considérablement étendues. Le patient a eu plusieurs petites hémorrhagies par la narine gauche; l'examen rhinoscopique montre que, de ce côté, la muqueuse a une coloration rouge, un aspect fongueux, et présente par places des ulcérations à contours irréguliers, dont quelques-unes sont assez étendues et intéressent presque toute l'épaisseur de la muqueuse, à en juger par leur profondeur.

*12 février*. Un bandage protecteur appliqué sur la moitié gauche de la face pendant ces quatre derniers jours, afin d'enlever au patient la faculté de se gratter, n'a produit aucune amélioration des ulcérations signalées plus haut, il semble plutôt que ces dernières aient encore gagné en surface sous le bandage.

A partir de ce jour, l'affection ne présenta aucun symptôme nouveau jusqu'au commencement de mars. De temps en temps le patient se plaignit de maux de tête ; il y eut toujours un peu de fièvre le soir. Quant à l'affection

de la cornée, elle ne fit pas de progrès. Les excoriations de la face restèrent stationnaires. La muqueuse nasale présenta toujours le même aspect : de temps à autre elle fut le siége d'hémorrhagies. Le volume de la tumeur augmenta rapidement.

Le *3 mars*, à la visite du matin, le patient, qui depuis deux jours présentait un état légèrement soporeux, fut trouvé dans un coma profond. Des irritations périphériques énergiques restaient sans réaction. En outre le pouls était ralenti (60 pulsations à la minute), la respiration profonde, la pupille droite très-dilatée.

A la visite du soir, le pouls avait de nouveau la fréquence normale (80). Le lendemain au matin, il présentait une accélération considérable (130) : la respiration était stertoreuse ; râle trachéal.

Le soir de la même journée le patient succomba.

*Résultats de l'autopsie :* Dure-mère tendue : pie-mère injectée : circonvolutions cérébrales légèrement aplaties. Le lobe temporal gauche présente une dépression profonde dans sa partie antérieure, mais sans changement de couleur ni de consistance de la substance cérébrale en cet endroit. Correspondant à cette dépression du cerveau, il existe une tumeur à surface mamelonnée, s'élevant du fond de la fosse temporale. Cette tumeur s'étend sur le côté gauche de la selle turcique, tout le long du sinus caverneux, atteignant en avant l'angle interne de la fente sphénoïdale, dépassant en arrière la fosse temporale pour envelopper le rocher dont elle recouvre la pointe et une bonne partie de la face antérieure (région du tegmen tympani). La hauteur (maximum du produit pathologique) se trouve précisément au niveau du trou ovale. Le

trijumeau peut être suivi jusqu'au ganglion de Gasser ; mais en avant de ce ganglion les branches de la cinquième paire, surtout les deux premières, s'enfoncent dans la masse de la tumeur, dans laquelle elles ne peuvent être poursuivies que sur un très-court trajet. Il en est de même de l'oculo-moteur externe qui en pénétrant dans le néoplasme s'amincit considérablement pour disparaître bientôt dans les tissus qui l'entourent. Quant à l'oculo-moteur commun, il est seulement soulevé par le produit pathologique et refoulé par celui-ci en dedans contre la selle turcique et plus en avant contre l'apophyse clinoïde antérieure. L'examen de ce nerf montre que des fibres nerveuses intactes s'y rencontrent encore.

Dans la région parotidienne gauche, il existe une tumeur atteignant en haut l'arcade zygomatique, en bas le menton en avant le bord externe de l'orbite, et s'étendant en arrière bien au delà de l'oreille qui est fortement soulevée. La peau sur toute l'étendue qu'occupe la tumeur est tendue, amincie et de couleur rouge-bleuâtre ; elle se laisse difficilement séparer des parties sous-jacentes.

A la coupe, le néoplasme extracrânien présente un aspect lobé dans sa partie inférieure, tandis que la partie supérieure semble formée par une masse compacte, de couleur rosée, de consistance assez molle et creusée en deux ou trois endroits de cavités anfractueuses environ de la grandeur d'une noisette, renfermant un liquide séreux un peu trouble et des caillots fibrineux.

Un trait de scie, passant par la tumeur parotidienne et la tumeur intracrânienne, montre qu'il y a continuité directe entre ces deux produits à travers la base du crâne qui est complétement détruite au niveau de la partie interne de la grande aile du sphénoïde. Une coupe à travers

le rocher fait voir que l'oreille interne et la cavité du tympan sont envahies par la masse néoplasique. Le nerf facial et le nerf acoustique sont détruits dès leur entrée dans le conduit auditif interne.

L'analyse microscopique montra que la tumeur était de nature sarcomateuse ; la portion extracrânienne avait tous les caractères du sarcôme globocellulaire ; tandis que dans sa partie intracrânienne le néoplasme revêtait plutôt la forme du fibrosarcôme.

Malgré un examen attentif des différentes parties de la tumeur parotidienne, il ne fut pas possible de découvrir une parcelle de la glande parotide normale, de sorte que le diagnostic posé pendant la vie de tumeur sarcomateuse, partant de la parotide, nous semble pleinement confirmé par les résultats de l'examen anatomique.

Dans l'observation que nous venons de rapporter nous relèverons les points suivants :

En premier lieu le caractère éminemment ulcératif de la kératite. Dans presque tous les cas d'une affection semblable observée chez l'homme, nous avons retrouvé noté ce même phénomène. Or, il est à remarquer que les expériences sur les animaux donnent des résultats très-variables à cet égard. Tandis que chez le chien et le chat la perforation de la cornée dans la kératite qui succède à la section du trijumeau, est un fait très-fréquent, nous avons trouvé au contraire que chez le lapin les pertes de substance de la cornée sont presque toujours très-superficielles, même au bout d'un temps assez long. Nous verrons dans la suite quelle est la raison de ces différences dans la marche et la forme de ces troubles oculaires, conséquence d'une seule et même lésion, savoir la paralysie de la cinquième paire.

Un second point sur lequel nous voulons attirer l'attention, consiste dans l'amélioration de la kératite sous l'influence d'un bandage protecteur. Ce fait que nous avons vu se répéter dans plusieurs de nos expériences, et qui se trouve noté dans la relation d'un grand nombre de cas cliniques, constitue le principal argument sur lequel s'appuie la théorie, qui ne veut voir dans la kératite névroparalytique qu'une inflammation traumatique tout ordinaire.

Nous ferons remarquer enfin la diminution considérable de la pression intraoculaire. Ce phénomène souvent observé après la paralysie du trijumeau est rapporté par les différents observateurs à des causes diverses.

Hippel, Grünhagen, de Græfe pensent que cette diminution de la tension de l'œil est en rapport avec le développement de la kératite, tandis qu'Adamück attribue ce phénomène à une diminution de la pression intravasculaire. Nous rappellerons ici que Wegner [1] a démontré manométriquement qu'il se produisait un abaissement de la pression intraoculaire après la section du sympathique au cou ; or, cette dernière opération a comme conséquence une paralysie des vaisseaux de l'iris et de la choroïde : d'un autre côté l'irritation du ganglion cervical supérieur du sympathique est suivie, d'après le même auteur, d'une anémie des membranes internes de l'œil, par contraction des vaisseaux et d'une augmentation de la pression intraoculaire. De ces expériences il résulterait que, contrairement à l'opinion émise par Hippel, Grünhagen et de Græfe, la diminution de consistance du bulbe doit être rapportée à des modifications de l'état des vais-

[1] Wegner : Græfe's Archiv f. Ophthalm. Bd. XII, II. Th. p. 1-20.

seaux : nous sommes d'autant plus porté à embrasser cette dernière manière de voir pour ce qui concerne la diminution de la pression intraoculaire après la lésion du trijumeau, que cette dernière lésion, ainsi que nous l'ont appris nos propres expériences, est suivie exactement des mêmes altérations vasculaires de l'iris et de la choroïde, que l'excision du ganglion cervical supérieur du nerf grand sympathique.

Quant aux ulcérations de la face et de la muqueuse nasale, qui se montrèrent chez notre patient dans les derniers jours, nous aurons l'occasion d'y revenir plus loin en parlant de troubles analogues que nous avons observés sur nos lapins : nous noterons seulement ici ce fait intéressant que les ulcérations ne se manifestèrent que dans les endroits où la sensibilité avait le plus souffert (peau du front et du nez, muqueuse nasale), quoique le patient éprouvât le besoin de se gratter dans toute la moitié gauche de la face. Le développement rapide, la grande tendance de ces lésions cutanées à s'étendre en surface et en profondeur, nous paraissent aussi dignes de remarque. Dans les affections de la peau dans lesquelles les démangeaisons se manifestent avec le plus d'intensité, comme dans le prurigo, où les malades ne cessent de s'excorier le derme avec les ongles, l'eczème artificiel, les excoriations qui résultent d'un pareil état, ne se développent que très-lentement, le plus souvent sous forme de petites croûtes existant en très-grand nombre, mais n'atteignant pas des dimensions bien considérables. Le même fait s'observe chez les scabieux. Dans notre cas, les démangeaisons n'étaient point très-fortes, elles étaient en tous cas loin d'atteindre l'intensité qu'elles présentent dans le prurigo. Il y a donc une contradiction entre le

caractère presque phagédénique de l'affection cutanée chez notre patient, et l'intensité du phénomène subjectif qui lui a donné naissance.

La production de troubles inflammatoires de la cornée dans l'observation dont nous venons de retracer les points principaux, mérite l'étude de la question, souvent agitée, des rapports qui existent entre l'affection oculaire d'un côté et la paralysie de la cinquième paire de l'autre. Le fait que si fréquemment, dans les observations recueillies chez l'homme, comme dans les expériences entreprises sur les animaux, on a vu se développer après la lésion du trijumeau des troubles nutritifs du côté de l'organe de la vision, conduisit à l'idée qu'il existait entre ces deux faits une relation de causalité, dont il fallait déterminer la nature. De là les efforts considérables qui furent faits dans les vingt dernières années pour arriver à la solution de ce problème intéressant.

## Aperçu historique.

La plupart des auteurs qui ont écrit sur l'essence de cette forme particulière de kératite, sont partagés entre deux opinions essentiellement différentes l'une de l'autre. Les uns, c'est le plus grand nombre, ont admis que la lésion de la cinquième paire est la cause immédiate, directe de l'affection oculaire intercurrente : les autres pensent au contraire que cette dernière est tout simplement la conséquence d'une action plus puissante des agents de désorganisation sur l'œil privé de sa protection naturelle à la suite de la perte de la sensibilité.

Fœdera[1], en 1822, est le premier qui ait pratiqué la section intracrânienne du trijumeau, opération à laquelle Magendie, l'année suivante, s'empressa d'attacher son nom[2].

Herbert-Mayo[3] rapporte dans la même année un cas de paralysie du trijumeau, observée chez l'homme, qui fut suivie de l'inflammation et de l'ulcération de la cornée. En 1824, Magendie reproduisit sur des lapins, sans la rapporter à son auteur, l'expérience de Fœdera. Il observa, comme chez le patient dont parle Herbert-Mayo, de graves altérations du globe oculaire, aboutissant à la perforation de la cornée et à l'évacuation des milieux de l'œil. Magendie ajoute qu'après la section de la cinquième paire, l'ouïe et l'odorat du côté correspondant sont notablement diminués. Il est vrai que la diminution de l'odorat était constatée en faisant respirer à l'animal des vapeurs d'ammoniaque. Quant à ce qui est de l'altération de l'ouïe, Magendie avoue naïvement que « les effets sur l'audition sont d'autant plus marqués que le nerf acoustique est le plus souvent coupé en même temps que le trijumeau. »

Longet[4], reprenant les expériences de Magendie, trouva, conformément aux résultats annoncés par ce dernier, que les troubles de l'œil étaient très-peu apparents ou manquaient même complétement, lorsque le nerf était divisé en arrière du ganglion de Gasser, tandis qu'ils se manifestaient avec une grande intensité toutes les fois que la section avait été effectuée en avant de ce ganglion.

[1] Journal de Physiol. expériment., vol. III, p. 207.
[2] Ibid., vol. IX, p. 172.
[3] Ibid., vol. III, p. 176.
[4] Anatomie et Physiolog. du syst. nerv., vol. II, p. 163.

Longet attribue, d'après ces résultats, au ganglion semi-lunaire, et probablement aux fibres du sympathique qui à ce niveau présenteraient des connexions nombreuses avec la branche ophthalmique, une influence spéciale sur la nutrition de l'œil. La partie du ganglion de Gasser, douée de cette propriété particulière, agirait sur l'œil, d'après Longet, par l'intermédiaire de ces fibres grises, dites organiques, dont les recherches microscopiques de Retzius et de Remak auraient révélé l'existence. L'auteur explique certains faits pathologiques dans lesquels il y eut absence de troubles inflammatoires de l'œil, quoique la sensibilité dans ce dernier organe fût complétement abolie, en admettant que la cause qui avait affecté les fibres chargées de transmettre les impressions tactiles, avait laissé intactes cette portion du ganglion et les fibres organiques qui ont pour mission de maintenir l'œil dans l'état d'intégrité nécessaire à l'accomplissement de ses fonctions spéciales.

Depuis Magendie et Longet les expériences sur les animaux et les observations chez l'homme se sont multipliées considérablement. Les résultats obtenus ont donné lieu, comme nous l'avons déjà fait observer, aux interprétations les plus opposées en ce qui concerne les rapports des troubles oculaires avec la lésion nerveuse. L'intérêt considérable qui se rattache à cette question, nous autorise à donner un court aperçu historique des phases qu'a traversées la pathogénèse de ces altérations énigmatiques de l'œil que l'on a désignées dans ces derniers temps sous le nom de « Kératite névroparalytique. »

Græfe [1] donne de l'affection qui nous occupe, la des-

[2] Archiv f. Ophthalm., Bd. I, 1, p. 309.

cription suivante : Dans les cas de section complète du trijumeau, on observe immédiatement après l'opération une anesthésie absolue de l'œil, qui devient beaucoup plus proéminent que l'autre ; la pupille est fortement rétrécie ; dans les quelques heures qui suivent l'opération la cornée ne présente rien d'anomal ; mais au bout de 24 heures on peut déjà observer une opacité très-nette qui apparaît sur les parties les plus proéminentes ; on pourrait croire au premier abord que cette opacité, avec perte du reflet normal, est due à un défaut d'humidité, à un état de sécheresse de la surface épithéliale ; mais l'expérience montre qu'après l'excision des paupières, seule ou combinée même avec l'extirpation de la glande lacrymale, les troubles de la cornée, qui résultent de cette opération, n'apparaissent jamais aussitôt que ceux qui se développent après la section du trijumeau. L'opacité, limitée d'abord à la partie centrale, s'étend rapidement les jours suivants et occupe bientôt la totalité de la cornée, de sorte que l'on ne peut plus apercevoir ni la pupille ni l'iris. A partir de ce moment les produits de la sécrétion conjonctivale et de la desquamation de l'épithélium s'accumulent à la surface de la cornée sous forme de croûtes jaunâtres plus ou moins épaisses. Græfe n'a jamais observé dans ses expériences sur le lapin, et en cela il est en désaccord avec Magendie, une perforation de la cornée avec ses conséquences : prolapsus de l'iris, sortie du cristallin, etc. Mais il a souvent trouvé dans la chambre antérieure des masses purulentes provenant soit de l'affection de la cornée, soit beaucoup plus rarement d'une inflammation concomitante de l'iris. Quant à la conjonctive, elle devient, 12-18 heures après la section nerveuse, le siége d'une injection plus ou moins considé-

rable qui, un peu plus tard, s'étend au réseau vasculaire sous-conjonctival périkératique. Les vaisseaux de ce réseau dépassent, à partir du quatrième ou cinquième jour, le bord de la cornée et forment un anneau rouge autour de l'exsudation cornéenne qui prend une teinte de plus en plus jaune.

De ces expériences et de nombreuses observations cliniques, dont nous aurons l'occasion de rapporter des exemples plus loin, Græfe conclut que les altérations oculaires qui se produisent après l'anesthésie de la cinquième paire sont très-probablement en bonne partie de nature trophique, la dessiccation de la cornée et l'action des agents extérieurs ne suffisant point à produire des troubles aussi intenses et se manifestant aussi promptement.

Snellen, en 1863, fit sur l'homme une observation intéressante, par laquelle il put se convaincre de l'influence considérable de la protection de l'œil sur la marche de la kératite névroparalytique : Le patient dont il s'agit dans cette observation est un homme de 36 ans. Après une blessure sur la tête, il y eut paralysie du trijumeau et de l'oculo-moteur externe du côté gauche. Peu de jours après l'accident, il se développa une kératite avec infiltration grisâtre très-intense du parenchyme et perte de l'épithélium au niveau de la partie externe de la cornée. *V. oc. s.* $= \frac{11}{CC}$. On place devant l'œil affecté une lunette sténopéique. Au bout de 8 jours, guérison complète de la kératite : $V = \frac{20}{XX}$, quoique l'état de la sensibilité ne se soit pas amélioré. On éloigne la lunette sténopéïque. Deux jours après la cornée est de nouveau trouble : $V = \frac{20}{C}$. La cornée reprit de nouveau son aspect normal au bout de fort peu de temps, lorsque l'on eut replacé devant l'œil l'appareil protecteur. Les résultats de cette observa-

tion engagèrent Snellen à faire sur des lapins des expériences de contrôle, afin d'arriver à déterminer les causes des troubles oculaires qui surviennent à la suite des lésions de la cinquième paire [1].

Dans une première série d'expériences, Snellen s'efforce d'établir le rôle du nerf grand sympathique dans la nutrition de l'œil. Après la section du sympathique cervical aucun phénomène d'inflammation oculaire ne fut noté. D'un autre côté, lorsque chez un lapin auquel on avait coupé un des sympathiques, on produisait une irritation également forte des deux cornées au moyen d'une application d'acide acétique concentré, la kératite qui résultait de l'emploi de cet irritant chimique n'était pas plus intense d'un côté que de l'autre et, chose remarquable, la réparation se faisait beaucoup plus rapidement du côté où le sympathique avait été sectionné, que de celui où ce nerf était resté intact. Sur un autre animal, après l'excision du ganglion cervical supérieur, on enleva un centimètre carré des téguments de chacune des oreilles. La plaie guérit rapidement et sans suppuration du côté où le sympathique était divisé, tandis que de l'autre côté il y eut une longue suppuration avant la production d'une cicatrice.

De ces résultats, Snellen conclut que la section du sympathique, loin d'avoir un effet fâcheux, est incapable à elle seule de produire une inflammation, et que lorsque celle-ci se développe par l'intervention d'une cause étrangère, elle a pour conséquence d'accélérer la guérison et d'empêcher la formation du pus.

Dans une seconde série d'expériences, Snellen sectionna le nerf auriculaire d'un côté et excisa des deux

[1] Archiv f. holländische Beiträge, Bd. I, p. 206-229.

côtés un morceau de la peau de l'oreille. Il trouva que la guérison de la plaie marchait des deux côtés exactement de même, d'où il tira la conclusion générale que la section des nerfs sensibles n'exerce aucune influence sur la marche de l'inflammation.

Dans une troisième série d'expériences, l'auteur pratiqua la section du sympathique au cou, du facial au-devant du trou stylo-mastoïdien et l'excision de la glande lacrymale d'un côté. Au bout de 12 jours, la cornée du côté correspondant ne présentait encore aucune altération.

Dans une dernière série, le trijumeau fut sectionné dans l'intérieur du crâne. Le lendemain de l'opération, il y avait déjà une opacité centrale de la cornée avec ulcération ; la conjonctive était fortement hyperémiée.

De cet ensemble de faits, Snellen croit devoir conclure que la suppression de la sensibilité après la section du trijumeau n'est pas la cause immédiate de l'inflammation de l'œil, puisqu'on peut démontrer expérimentalement que la section des nerfs sensibles, de ceux de l'oreille par exemple, n'a pas d'influence sur la marche du processus inflammatoire. De même, il est plus qu'improbable que la section des filets du sympathique contenus dans le nerf trijumeau, soit en rapport avec la production des troubles oculaires intercurrents, car la division du sympathique, ainsi que le montre l'expérience, loin de donner naissance à des lésions nutritives, soit dans l'œil, soit ailleurs, tend au contraire à accélérer la réparation d'une lésion de ce genre, produite artificiellement.

Enfin, il n'est point admissible que la dessiccation de la cornée et l'action des poussières atmosphériques entrent pour une grande part dans le développement de la kéra-

tite névroparalytique, attendu que la section du facial, l'excision des paupières et l'extirpation de la glande lacrymale ne sont nullement en état de donner lieu à une affection de l'œil aussi violente et apparaissant aussi promptement que celle qui se développe après la section du nerf trijumeau.

Fort de ces résultats, et pénétré de l'idée que les influences extérieures devaient jouer un rôle prépondérant dans la pathogénèse de l'affection oculaire qui nous occupe, idée qui lui avait été suggérée par l'observation du cas que nous avons rapporté plus haut, Snellen admit que les traumatismes, les violences extérieures, atteignant plus facilement l'œil, organe délicat, qui avec sa sensibilité avait perdu la faculté de se protéger efficacement, étaient la cause principale à laquelle il fallait attribuer les lésions de la cornée : en d'autres termes, que la kératite dite névroparalytique devait être classée parmi les kératites traumatiques. Snellen trouve une confirmation de sa manière de voir dans les résultats de l'expérience suivante :

Chez un lapin, après la section du trijumeau, l'oreille du côté correspondant fut fixée au moyen de sutures au-devant de l'œil anesthésié. Aussi longtemps que l'oreille resta dans cette position, il ne se manifesta, dit l'auteur, aucune trace d'altération de la cornée ; mais dès que les sutures tombèrent, la kératite apparut et se développa avec les caractères qui lui sont connus. Snellen explique les résultats de cette expérience, en disant que l'oreille suppléait par sa sensibilité celle que l'œil avait perdue et écartait de cette manière les influences nuisibles qui auraient pu atteindre ce dernier organe, s'il avait été laissé à découvert.

Tandis que Snellen, par ses expériences, croit avoir mis en lumière l'origine purement traumatique de l'affection qui nous occupe, Samuel [1] cherche à faire prévaloir l'idée que les troubles en question sont en rapport avec la lésion de nerfs trophiques, contenus dans le tronc du trijumeau. Ni l'irritation, ni la paralysie des nerfs vaso-moteurs ne seraient en état, d'après cet auteur, de produire une inflammation ; il résulterait de là qu'une intervention de ces derniers nerfs dans le développement de la kératite névroparalytique ne peut être admise. Samuel prétend avoir produit par l'excitation galvanique du ganglion de Gasser une forte conjonctivite et même une kératite ulcéreuse. Il explique ces résultats en admettant l'existence de fibres trophiques à conduction centrifuge partant du ganglion semi-lunaire et dont l'irritation déterminerait les troubles inflammatoires observés, par l'exagération des processus nutritifs dans le territoire de la périphérie où elles se distribuent. Mais après la section du trijumeau en avant du ganglion de Gasser, il ne peut être question d'une influence quelconque de ces nerfs trophiques centrifuges, pour expliquer les troubles de l'œil; car par la séparation d'avec les parties du système nerveux central dont l'activité leur donne le caractère qui leur est propre, ces fibres se trouvent placées dans un état d'inertie fonctionnelle absolue, et comme telles ne peuvent pas avoir plus d'action sur la périphérie que par exemple les rameaux moteurs d'un nerf dont on aurait sectionné le tronc. Pour donner la raison de troubles de nutrition de l'œil, aussi bien après la section qu'après l'irritation de la cinquième paire, Samuel compléta sa théorie, en admettant l'existence de nerfs trophiques centripètes, auxquels il fait jouer le rôle

[1] Ueber trophische Nerven, 1860.

suivant : Supposons, dit l'auteur (l. c. p. 319), que dans l'état normal la cornée reçoive une irritation plus ou moins violente. Une bonne part de cette irritation est diffusée dans tout le corps par l'intermédiaire des nerfs trophiques centripètes et des centres nerveux auxquels ils aboutissent : il résulte de ce fait que le point primitivement affecté, la cornée dans le cas spécial, a beaucoup moins à souffrir de l'influence irritante extérieure, qui a pu par le canal des fibres nerveuses sus-indiquées se répartir en quelque sorte d'une manière égale sur l'organisme tout entier ; mais admettons d'un autre côté que les nerfs trophiques centripètes soient paralysés, il arrivera qu'une répartition étendue et par suite un affaiblissement de l'irritation reçue sur un point ne sont plus possibles : la partie atteinte, la cornée par exemple, devra alors supporter à elle seule tout le poids de l'insultus qu'elle reçoit ; dans ces circonstances la réaction inflammatoire ne tardera pas à se manifester, et cela d'une manière d'autant plus intense que la cause irritante aura agi plus fortement et plus longtemps (!).

Telle est, en résumé, la théorie de Samuel sur les nerfs trophiques ; mais malheureusement jusqu'à présent aucun auteur n'a pu reproduire les faits sur lesquels elle repose : Meissner [1], qui s'est efforcé d'opérer autant que possible d'après les préceptes de Samuel, déclare n'avoir obtenu dans aucun cas les résultats annoncés par ce dernier.

Tous les auteurs dont nous avons parlé jusqu'à maintenant et presque tous ceux dont nous rapporterons l'opinion dans la suite, ont abordé la question des causes de la kératite névroparalytique en se plaçant à un point

[1] Zeitschr. f. ration. Med., XV, 3. Reihe, p. 278.

de vue physiologique, en ce sens qu'ils ont surtout tenu compte de l'activité ou plutôt de l'inactivité fonctionnelle du trijumeau.

Dans un travail, publié en 1866, Winther [1] crut avoir trouvé la solution du problème en tenant compte surtout du point de vue anatomo-pathologique. Suivant lui, la première modification que l'on remarque dans la cornée après la section du trijumeau, consiste dans une désagrégation moléculaire qui atteint surtout la partie centrale de cette membrane. Cette nécrobiose de l'épithélium et du tissu cornéen atteint son maximum déjà quelques heures après la lésion nerveuse, et se distingue en tous points des faibles opacités périphériques, combinées avec la néoformation vasculaire qui ne se manifestent que quelques jours après l'opération. La nécrobiose centrale constitue le processus primitif; les légers troubles périphériques, ainsi que la néoformation vasculaire sont l'expression d'un processus inflammatoire secondaire, réactionnel qui précède et prépare la régénération. Dans l'exposé qui va suivre, il n'est question que du processus primaire. Cette nécrobiose qui a son siége le plus fréquent sur les parties voisines du centre, ne se manifeste point lorsque la cornée est protégée contre l'action de l'air. Au contraire, elle se développe avec une grande rapidité sur la cornée exposée à l'influence délétère de ce milieu; il en est de même pour la muqueuse du nez et quelquefois de la bouche; par contre, jamais on ne remarque de désagrégation moléculaire des parties velues de la face et de la tête. C'est un fait connu, dit Winther, que lorsque des tissus en état de métamorphose régressive et particulièrement de dégénérescence graisseuse sont protégés contre

[1] Pathologie des Flügelfelles. Erlangen, 1866, p. 44.

l'action de l'atmosphère, ils peuvent disparaître insensiblement par résorption, ou même se régénérer peu à peu : tandis que si ces mêmes tissus, dans les mêmes conditions, sont soumis à l'influence de l'air, ils peuvent subir une décomposition et une fermentation (*sic*) s'étendant facilement sur les parties adjacentes jusqu'à ce qu'une réaction s'étant manifestée mette fin au processus destructeur. Cette réaction de nature inflammatoire accélère l'élimination des particules nécrosées et favorise le développement d'une cicatrice qui comble plus ou moins la perte de substance : or, après la section du trijumeau, la partie périphérique du nerf est en voie de métamorphose régressive. En protégeant l'œil, soit par la suture des paupières, soit par l'emploi du procédé de Snellen, les éléments nerveux de la cornée, à l'abri de l'action de l'air, subissent la simple dégénérescence graisseuse et se régénèrent plus tard d'une manière insensible. Les parties dégénérées sont résorbées et cela en quantité proportionnelle à la durée de la protection : c'est ce qui explique pourquoi l'inflammation qui se développe sur l'œil protégé pendant un certain temps à partir du moment de l'opération est d'autant moins vive que la protection a duré plus longtemps, car plus est éloigné le moment de la section nerveuse, plus est grande la quantité des produits décomposables qui a été déjà résorbée, et moins, par conséquent, il en reste dans la cornée lorsque l'atmosphère vient exercer son influence sur l'œil dont on a écarté l'appareil protecteur.

Si, au contraire, on laisse d'emblée libre accès à l'air, le processus pathologique de la cornée se développe immédiatement et dure jusqu'à ce que les éléments de fermentation soient complètement détruits et éliminés. On

observe alors ce fait, c'est que l'inflammation s'éteint avant que la sensibilité ait reparu, en d'autres termes avant que la régénération des fibres nerveuses périphériques se soit effectuée. La cessation du processus destructif est le signe que les masses nerveuses décomposées ont été éliminées dans leur totalité. Cette hypothèse, dit Winther, explique parfaitement tous les faits observés : Il ne se manifeste aucun phénomène pathologique dans l'œil aussi longtemps que les conditions extérieures de la décomposition des fibres nerveuses sectionnées ne sont pas réalisées. La nécrobiose de la cornée se développe avec d'autant plus d'intensité que les agents atmosphériques agissent plus tôt sur l'œil, c'est-à-dire dans un temps où les produits putrescibles existent en plus grande quantité. Dès que ces produits sont éliminés, le processus destructeur cesse, en même temps que l'inflammation réactionnelle disparaît et que les parties périphériques de la cornée reprennent leur transparence.

Abstraction faite d'objections sérieuses que nous ferons valoir plus loin, en rapportant les résultats de nos propres expériences, nous ferons déjà remarquer maintenant que cette théorie septique de Winther ne repose sur aucun fait positif. Il n'est même pas difficile de trouver dans la structure anatomique des parties affectées dans la kératite névroparalytique, des arguments contre cette interprétation de Winther. En effet, après comme avant la section, les nerfs de la cornée ne sont point directement exposés à l'action de l'air, mais ils en sont protégés par une couche épithéliale assez épaisse. — Second argument : Il est connu que la partie d'un nerf sectionné qui subit les altérations les plus rapides est la substance médullaire des tubes nerveux, tandis que la gaine n'éprouve

que peu ou pas de modifications. Quant au cylindre-axe on ne sait pas encore exactement comment il se comporte. En tous cas, il n'est point démontré qu'il subisse une dégénérescence aussi rapide que l'exigerait la théorie de Winther. Au contraire, la facilité avec laquelle se fait la régénération des nerfs après leur division, semble démontrer que le cylindre-axe peut se conserver intact pendant un temps assez considérable. Or, on sait que les nerfs de la cornée, arrivant par la partie périphérique, se dépouillent à une faible distance du bord cornéen de leur substance médullaire pour se ramifier à partir de là sous forme de cylindre-axes d'une ténuité extrême ; de ce fait il résulte que les parties centrales qui sont le plus fréquemment le siége de l'inflammation névroparalytique, sont précisément celles qui renferment les éléments nerveux le moins susceptibles d'une désorganisation rapide, comme le voudrait la théorie de Winther.

Schiff[1], reprenant le point de vue physiologique, admit que l'affection qui nous occupe devait être rapportée à une paralysie des vaso-moteurs. La dilatation paralytique des vaisseaux de la conjonctive et de l'iris que l'on observe après la section de la cinquième paire suffit, dit cet auteur, pour expliquer les troubles de la cornée qui se manifeste après cette opération, car on voit apparaître la kératite alors même que l'œil est protégé aussi bien que possible contre les influences nuisibles extérieures.

Pour élucider une question aussi controversée, Büttner[2] entreprit sur des lapins un grand nombre d'expériences. Après s'être bien rendu compte de la marche de l'affection de la cornée lorsque l'œil était laissé à lui-

[1] Untersuch. z. Physiol. des Nerv. Sys., 1865, p. 62, 84.
[2] Zeitschr. f. ration. Med., 3. Reihe, Bd. XV, p. 254.

même. Büttner essaya de protéger l'organe de la vision par différents moyens qui ne lui réussirent pas tous également bien : il trouva que la suture des paupières et même le procédé employé par Snellen ne suffisaient pas toujours pour empêcher le développement d'une inflammation.

Cependant cette dernière, lorsqu'elle se manifestait, était moins intense que dans l'œil abandonné à lui-même. Büttner imagina d'employer comme appareil de protection un verre de montre fixé sur une monture de cuir qui s'adaptait exactement au pourtour de l'orbite. Pendant l'application de cet appareil, l'œil restait toujours normal; mais dès que l'on éloignait cette capsule protectrice, immédiatement la kératite se manifestait. Ces résultats des expériences de Büttner ne diffèrent pas essentiellement de ceux annoncés par Snellen : jusqu'ici les deux auteurs ne sont en désaccord que sur le degré de protection nécessaire pour empêcher la production de la kératite. Cependant, malgré l'analogie des résultats, Büttner ne crut pas pouvoir admettre l'interprétation que Snellen donne des troubles névroparalytiques de l'œil. S'appuyant sur deux expériences dans lesquelles, malgré une anesthésie complète de l'œil laissé sans protection, il ne se manifesta pourtant aucune trace d'inflammation de la cornée ou même d'hypérémie de la conjonctive, Büttner admit que la paralysie des nerfs sensibles n'est pas une condition nécessaire de la production des troubles inflammatoires observés et que, par conséquent, il n'est point à supposer que ces derniers soient d'origine traumatique : il est probable, ajoute l'auteur, que la kératite qui survient à la suite de la section du trijumeau, est la conséquence de la lésion de fibres nerveuses qui auraient pour mission de régler les phénomè-

nes nutritifs dans la cornée. L'autopsie dans les deux cas précités montra que la branche ophthalmique n'avait point été complétement divisée, mais qu'une petite portion du nerf, au côté interne, avait été épargnée par l'instrument. C'est dans ce petit cordon interne, resté intact dans ces deux expériences, que Büttner place ces fibres qui n'auraient rien de commun avec la sensibilité générale de l'œil. La section de ces fibres nerveuses n'aurait point pour effet direct de produire une inflammation de la cornée, mais seulement de diminuer la force de résistance dont l'organe de la vision a besoin pour résister efficacement aux causes de désorganisation. De cette façon un irritant qui ne serait point en état de troubler la nutrition de l'œil sain, suffirait déjà pour déterminer des altérations pathologiques dans l'œil privé de sa résistance normale par l'inertie fonctionnelle de certains nerfs qui s'y distribuent. Büttner trouve une confirmation de cette manière de voir dans le développement d'ulcères de la muqueuse buccale, après la section du trijumeau. Tandis que le revêtement muqueux de la bouche ne souffre, dans les circonstances ordinaires en aucune façon du frottement exercé par les dents et les particules alimentaires, la muqueuse, placée dans un état de plus grande vulnérabilité par la section de ces nerfs régulateurs des processus nutritifs, s'enflamme et s'ulcère sous l'influence de ces mêmes causes.

Quelque temps après la publication du travail de Büttner, Meissner [1] fit connaître trois expériences dans lesquelles les résultats observés furent en tout semblables à ceux que nous venons de rapporter. Dans ces trois cas, malgré une anesthésie absolue de l'œil, il ne se développa

[1] Zeitschrift f. ration. Med., Bd. XXIX, p. 97.

aucune altération de la cornée : l'autopsie montra de même que la partie tout à fait interne du nerf n'avait pas été atteinte par le névrotôme. De ces faits, Meissner conclut avec Büttner que le développement de l'ophthalmie névroparalytique est en rapport avec la lésion de fibres nerveuses contenues dans la partie interne du trijumeau et n'ayant rien à faire avec la sensibilité générale de la cornée et de la conjonctive. La lésion de ces fibres entraînerait pour l'œil une plus grande tendance à l'inflammation : mais pour que celle-ci se développe, l'intervention d'un second facteur est nécessaire. savoir l'action des agents extérieurs, car l'œil protégé d'une manière convenable ne s'enflamme point, alors même que la cinquième paire a été complétement divisée. Meissner rapporte une observation qui est exactement la contre-partie des trois expériences précédentes et qui est pour lui une preuve palpable de la justesse des conclusions posées plus haut.

Après un essai de section du trijumeau sur un lapin, l'auteur trouva que la sensibilité de l'œil du côté correspondant était intacte ; jugeant que l'opération n'avait pas réussi, il la répéta sur un second lapin ; cette fois le succès fut complet. Les deux animaux furent placés dans la même caisse. Au bout du même espace de temps, ils présentaient tous deux du côté opéré des altérations de la cornée et de la conjonctive ayant le même aspect et le même degré d'intensité. Pendant huit jours que dura l'observation, la marche de l'affection oculaire fut identique chez les deux lapins : la sensibilité chez chacun d'eux était restée pendant tout ce temps ce qu'elle avait été immédiatement après l'opération, c'est-à-dire abolie chez l'un et conservée chez l'autre. L'autopsie montra ce

qui suit : Chez l'animal qui avait été opéré en second lieu, la section du trijumeau était complète, tandis que chez l'autre elle ne portait que sur la partie tout à fait interne du nerf. La portion du nerf qui était le siége de la solution de continuité chez ce dernier lapin, correspondait très-exactement à la partie qui avait été épargnée dans les trois expériences dont il a été question plus haut, et dans lesquelles les altérations de la cornée ne s'étaient point manifestées, malgré une anesthésie complète de l'œil du côté opéré. Ces résultats rapprochés des précédents ne laissent plus de doute, ajoute Meissner, sur l'existence de ces fibres dont la signification fonctionnelle n'a rien de commun avec la transmission des impressions sensibles. Meissner pense que ces fibres nerveuses ne sont pas des vasomoteurs, car, dit-il, après la paralysie de ces derniers dans d'autres parties de l'organisme, on ne voit jamais se développer des troubles inflammatoires aussi intenses : en outre, après la section du sympathique au cou, la nutrition de l'œil ne souffre nullement, quoique les vasomoteurs de ce dernier organe soient paralysés : il ne resterait plus alors qu'à admettre l'existence de nerfs trophiques, comme l'avaient déjà fait Samuel et Büttner.

Nous ne passerons point sous silence quatre expériences de Schiff [1], confirmatives de la dernière de Meissner. Dans ces quatre cas l'autopsie dévoila une lésion bornée à la portion interne du trijumeau. Pendant la vie, la sensibilité de l'œil resta normale et il se développa une kératite névroparalytique.

L'opinion que les troubles trophiques de la cornée sont la conséquence directe de la lésion d'une certaine qualité de fibres nerveuses contenues dans la portion interne de

[1] Zeitschrift f. ration. Med., Bd. XXIX, p. 216.

la cinquième paire; cette opinion, disons-nous, assise sur des faits aussi nombreux et en apparence aussi démonstratifs, semblait devoir être inattaquable. Cependant, en 1875, parut un travail de Senftleben [1], dans lequel ce dernier cherche à faire prévaloir de nouveau l'idée de Snellen, que la kératite névroparalytique n'est pas autre chose qu'une affection purement traumatique. A côté de nombreuses expériences entreprises sur des lapins, Senftleben a l'avantage sur ses prédécesseurs d'avoir fait intervenir comme donnée du problème à résoudre les résultats de l'examen microscopique des parties affectées. D'après ses recherches, il tient pour démontré que l'affection de la cornée ne dépend point de la lésion de nerfs qui auraient d'une façon ou d'une autre une influence sur la nutrition de l'œil, mais qu'elle est simplement la conséquence de l'action répétée, de violences extérieures sur la partie antérieure du bulbe privé de sa protection naturelle, la sensibilité.

De cette façon s'explique tout naturellement le fait de l'apparition des troubles oculaires seulement dans le cas où l'œil est abandonné à lui-même; et cet autre fait de l'intensité plus ou moins considérable de la kératite, suivant les circonstances dans lesquelles se trouve l'animal après l'opération : plus considérable si ce dernier est placé avec plusieurs autres dans une caisse à parois rudes et inégales; moins considérable si, au contraire, l'animal est enfermé seul dans un local spacieux et à parois lisses. — Cette manière de considérer les troubles « névroparalytiques » de l'œil s'appuye encore sur la localisationde l'opacité de la cornée, qui se montre en premier lieu dans les parties laissées à découvert entre les paupiè-

[1] Virchow's Archiv, Bd. LXV, p. 69.

res. Cette portion de la cornée est, plus que tout autre, exposée à l'action des traumatismes. La preuve qu'une pareille localisation de la kératite n'est point la conséquence du dessèchement, ressort de ce fait que l'excision des paupières n'amène que très-tardivement une altération du segment de la cornée mis à découvert par cette opération. En outre Senftleben affirme que l'application au-devant de l'œil d'une capsule faite d'un treillis métallique à larges mailles suffit, même dans les cas de section complète du trijumeau, pour empêcher la production d'une kératite. Or, cet appareil a seulement pour effet d'écarter les traumatismes; son action contre le dessèchement est nulle. Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de ces derniers résultats annoncés par Senftleben. Quant à la nature de l'affection cornéenne, l'auteur pense qu'il s'agit d'une nécrose des parties centrales ou, pour être plus exact, des parties opacifiées en premier lieu ; les troubles plus tardifs de la périphérie ainsi que l'injection de la conjonctive auraient la signification d'un processus réactionnel déterminé par la nécrose du centre. Cette manière de voir s'appuie en bonne partie sur l'examen microscopique, qui montrerait une destruction constante des éléments cellulaires de la cornée et de leurs noyaux au niveau de l'opacité primitive avec absence complète de corpuscules purulents en cet endroit, tandis que ces derniers se trouveraient à la périphérie en quantité très-considérable. Senftleben trouve un second argument en faveur de la nature nécrotique de l'affection de la cornée dans ce fait que sur le vivant le territoire de l'opacité primitive se laisserait colorer en jaune intense par la matière colorante de la bile, tandis que les troubles périphériques résisteraient à toute imprégnation par cette substance. Or,

l'auteur admet que c'est une propriété des tissus nécrosés que de se laisser colorer par la bile. Un troisième argument en faveur de cette opinion ressortirait de la marche clinique de l'affection : les parties primitivement affectées seraient, au bout d'un certain temps, éliminées sous forme d'escharre ; la perte de substance résultant de ce procès serait comblée peu à peu par le pannus régénérateur qui se développe autour de l'ulcération : après quelques semaines, il ne resterait plus de l'affection qu'une cicatrice leucomateuse centrale.

A la fin de son travail, Senftleben résume les résultats de ses investigations dans les quatre propositions suivantes :

1° La kératite qui se développe après la section du trijumeau est indépendante de l'influence de fibres nerveuses trophiques, dont l'existence dans la cinquième paire est plus que problématique.

2° L'affection primaire de la cornée est une nécrose déterminée par l'action répétée de traumatismes, de violences extérieures, contre lesquelles l'œil, après la section du trijumeau, n'est plus en état de se protéger.

3° La nécrose circonscrite de la cornée agit sur les parties avoisinantes comme une épine inflammatoire, ce qui se traduit par une infiltration purulente des parties périphériques et par une forte conjonctivite.

4° L'excision du ganglion cervical supérieur du sympathique n'a aucune influence sur le développement et la marche de la kératite qui se manifeste après la section du trijumeau, contrairement aux résultats annoncés par Sinitzin.

Ce dernier (Central-Blatt f. med. Wissensch., 1871) prétend avoir trouvé, à la suite de nombreuses expérien-

ces, que la kératite névroparalytique ne se produisait jamais lorsque, peu de temps avant ou après la section de la 5$^{me}$ paire, on avait pratiqué l'excision du ganglion cervical supérieur.

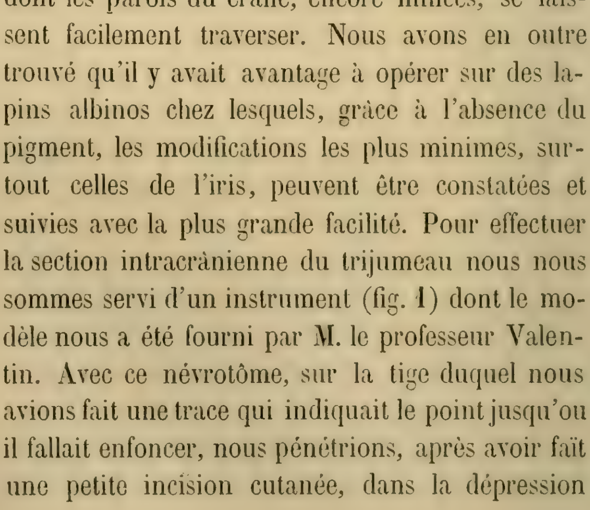
Nous serions ainsi arrivé à la fin de l'exposé des diverses opinions qui ont été émises pour expliquer cette forme particulière de kératite. D'après ce résumé nous voyons que les auteurs qui se sont occupés de ce sujet forment deux groupes bien tranchés. Dans le premier se rangent les partisans de la théorie que l'on pourrait, pour abréger, appeler traumatique. Cette dernière ne veut reconnaître dans les troubles oculaires qui surviennent à la suite de la lésion du trijumeau aucune influence nerveuse directe: ces troubles seraient tout simplement la conséquence de l'action répétée de traumatismes vulgaires, de violences contre lesquelles l'œil insensible ne serait plus en état de se garer. Cette manière d'envisager la question a trouvé peu d'adhérents; Snellen et dans ces derniers temps Senftleben, disciple de Cohnheim, sont à peu près les seuls défenseurs de cette théorie.

Le second groupe comprend tous les auteurs, et ceux-ci sont en grand nombre, qui ont admis une liaison plus étroite, un rapport plus direct entre le développement de l'affection oculaire d'un côté et les troubles de l'innervation de l'autre. D'après cette théorie que, par opposition à la précédente, on pourrait qualifier du nom de trophique, les lésions de la cornée n'auraient rien de commun avec la perte de la sensibilité, puisque, cette dernière étant normale, l'œil peut s'enflammer quand même; mais elles seraient en relation avec l'activité fonctionnelle de certaines fibres nerveuses contenues dans la portion interne de la 5$^{me}$ paire et qui, d'après les uns, seraient des nerfs

vaso-moteurs (voyez l'opinion de Schiff) ; tandis que d'autres, comme Büttner et Meissner, et avant eux Samuel, pensent que ces fibres nerveuses sont en rapport immédiat avec la nutrition de la cornée et de l'œil en général ; aussi ces derniers parlent-ils de nerfs trophiques.

Comme les auteurs qui se sont occupés de la question avancent en faveur de chacune des théories exposées plus haut des faits en apparence très-démonstratifs, nous pensâmes qu'il ne serait pas sans utilité de répéter quelques-unes des expériences déjà entreprises, afin de contrôler de cette manière les résultats annoncés et de pouvoir nous former un jugement personnel sur la nature de l'ophthalmie névroparalytique.

## Expériences personnelles.



Nous avons expérimenté exclusivement sur de jeunes lapins dont les parois du crâne, encore minces, se laissent facilement traverser. Nous avons en outre trouvé qu'il y avait avantage à opérer sur des lapins albinos chez lesquels, grâce à l'absence du pigment, les modifications les plus minimes, surtout celles de l'iris, peuvent être constatées et suivies avec la plus grande facilité. Pour effectuer la section intracrânienne du trijumeau nous nous sommes servi d'un instrument (fig. 1) dont le modèle nous a été fourni par M. le professeur Valentin. Avec ce névrotôme, sur la tige duquel nous avions fait une trace qui indiquait le point jusqu'ou il fallait enfoncer, nous pénétrions, après avoir fait une petite incision cutanée, dans la dépression

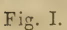


Fig. I.

qui existe entre le conduit auditif externe et la proéminence que forme en arrière l'os zygomatique. La petite lame terminale tournée en bas était poussée lentement à travers les parties molles jusque sur la paroi osseuse. De cette manière il nous est arrivé fréquemment de blesser la veine temporale; mais l'hémorrhagie, peu considérable du reste, qui aurait cependant pu gêner les manœuvres opératoires, ne se manifestait que lorsque, la section nerveuse ayant été effectuée, l'instrument était retiré de la cavité crânienne, attendu que ce dernier, pendant tout le temps que durait l'opération, tamponait très-exactement la plaie faite au vaisseau en question. Arrivé sur le crâne, nous appuyions plus fortement sur le névrotôme, mais d'une manière continue et lentement croissante, jusqu'au moment où nous sentions que la résistance de l'os avait cédé.

Il ne restait plus qu'à s'assurer que la dure-mère avait été traversée. L'oubli de cette précaution est la cause d'un grand nombre d'insuccès, ainsi que nous avons pu nous en assurer nous-mêmes. En effet, la lame du névrotôme, n'ayant point perforé la dure-mère, décolle celle-ci sur une grande étendue, se prend dans les replis que forme cette membrane et n'arrive que très-difficilement jusqu'au trijumeau, dont la division dans ces circonstances ne peut être effectuée que d'une manière très-incomplète. — Pour éviter cette cause d'échec, l'expérience nous apprit qu'il faut simplement, après avoir traversé le crâne, pousser encore un peu l'instrument dans une direction perpendiculaire au plan de la paroi osseuse. Si pendant cette manœuvre le névrotôme avance avec facilité, on peut admettre que la dure-mère a été divisée; mais si au contraire on éprouve une résistance élastique, il faut pousser en-

core dans la même direction, jusqu'à ce que la résistance ait cédé. — Après être arrivé dans la cavité crânienne, nous relevions le manche du névrotôme jusqu'à ce qu'il fut horizontal, en même temps que nous le portions un peu en arrière. En outre nous faisions exécuter à l'instrument un quart de tour de façon à faire arriver la lame en avant d'en bas qu'elle était, afin de léser le moins possible le lobe sphénoïdal de l'encéphale. Le névrotôme était alors enfoncé avec lenteur dans la direction indiquée, c'est-à-dire en dedans et en avant, l'extrémité du manche regardant en arrière; après quelques tâtonnements, le nerf était atteint. A ce moment même l'animal poussait un cri perçant: nous tournions alors la lame en bas et, en même temps que nous soulevions fortement le manche pour appliquer la partie tranchante contre la base du crâne et le nerf, nous retirions l'instrument à nous. De cette façon le trijumeau était divisé du bord interne au bord externe. Ce dernier temps de l'opération était effectué au milieu des cris de douleur les plus violents. Après nous être assuré que la section était réussie, la lame du névrotôme était de nouveau tournée en avant et retirée hors du crâne dans cette position.

Comme preuve que l'opération est réussie, les auteurs indiquent une suppression immédiate et complète de l'action réflexe des paupières. Les nombreuses illusions dont nous avons été victime à cet égard nous ont appris que la constatation de ce symptôme immédiatement après l'opération était loin de donner toujours la mesure du succès de cette dernière. En effet il nous est arrivé souvent d'observer une anesthésie complète de l'œil d'abord après avoir retiré l'instrument de la cavité crânienne; et pourtant, au bout d'un temps plus ou moins long, la sen-

sibilité avait de nouveau reparu à un degré normal ou presque normal. Cela tenait, ainsi que nous avons pu nous en assurer par l'autopsie, à une contusion du nerf suffisante pour le paralyser momentanément.

Par le procédé opératoire que nous venons de décrire, la section portait presque toujours sur le tronc des branches ophthalmique et maxillaire supérieur. Dans quelques cas la solution de continuité fut effectuée immédiatement en avant du ganglion de Gasser; dans ces cas il y eut anesthésie dans tout le domaine de la 5$^{me}$ paire.

Qu'il nous soit permis ici d'entrer dans quelques détails sur la distribution relative des fibres nerveuses destinées à l'œil et à la partie supérieure de la face dans les différentes portions de ce tronc ophthalmique-maxillaire supérieur. Lorsque, après avoir ouvert le crâne et enlevé la partie postérieure du plafond de l'orbite, on met à découvert le point où les deux premières branches de la cinquième paire se séparent l'une de l'autre, on trouve que ces deux cordons nerveux sont dans les rapports de grandeur et de situation suivants : l'ophthalmique part du côté interne et a environ le quart de la dimension du faisceau primitif ; tandis que le maxillaire supérieur, qui représenterait les trois autres quarts, est la continuation directe de la portion externe et inférieure du tronc commun. Telle est la topographie de ces deux nerfs au niveau de la fente sphénoïdale, c'est-à-dire à l'endroit où ils se séparent. Mais les résultats de nos expériences nous ont appris qu'il ne devait plus en être tout à fait de même en avant du ganglion sémi-lunaire, au point où le névrotôme portait son action.

Il nous est arrivé assez souvent de faire une section incomplète, à la suite de laquelle une portion plus ou moins

considérable tantôt de la partie externe, tantôt de la partie interne du tronc des deux premières branches était le siége d'une solution de continuité; or, quelle qu'ait été la localisation de cette dernière, qu'il fût resté un pont nerveux intact au côté interne ou au côté externe, nous avons noté dans tous les cas où le tronc avait été divisé partiellement une diminution de la sensibilité de l'œil en rapport assez exact avec la quantité de tubes nerveux sectionnés. De ce fait nous pouvons conclure (puisqu'une section de la même importance au côté interne et au côté externe a la même influence sur la sensibilité de l'œil) que les fibres de la branche ophthalmique qui, au niveau de la fente sphénoïdale, sont réunies en masse au côté interne du tronc commun, sont dispersées sur toute la largeur de ce tronc immédiatement en avant du ganglion de Gasser. S'il n'en était point ainsi, il serait complétement inexplicable qu'une section intéressant les trois quarts internes du nerf, ainsi que nous l'avons observé plus d'une fois, soit encore compatible avec la persistance de la sensibilité de l'œil correspondant, quelque diminuée du reste que soit cette dernière. Si nous avons consacré autant de place à éclaircir ce fait, c'est que, dans l'interprétation que nous donnerons plus loin des phénomènes observés après les sections partielles, il nous met à l'abri de l'objection suivante: si les résultats concernant les troubles oculaires ont été négatifs après une section portant seulement sur la partie externe du tronc nerveux, cela provient tout simplement de ce que la branche ophthalmique n'a pas été atteinte, tandis qu'il est tout naturel qu'une lésion de la portion interne ait été suivie de kératite, puisque c'est dans ce cas seulement que l'innervation de l'œil a pu être troublée.

Nous arriverions maintenant à l'étude de ces altérations singulières de l'œil qui surviennent après la lésion du trijumeau. Notre intention n'est point de donner une description détaillée de la kératite névroparalytique, attendu que ce que nous en avons dit dans la partie historique en rapportant l'opinion de Græfe, correspond en tout point à ce que nous avons observé nous-même. Nous voulons seulement attirer l'attention sur deux phénomènes, dont l'un nous paraît avoir complétement échappé à la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question. Nous voulons parler en premier lieu des modifications vasculaires qui se manifestent du côté de l'organe de la vision immédiatement après la section de la cinquième paire, et en second lieu d'altérations de la courbure de la cornée, de dépressions circonscrites de la surface épithéliale qui se développent de même à partir du moment où le nerf a été touché.

*Premier point.* L'examen de l'œil immédiatement après la division du trijumeau nous montra constamment une forte hypérémie de l'iris et de la choroïde ; il est surtout facile de se convaincre de ce fait sur des lapins albinos, chez lesquels le pigment ne gêne pas l'observation. Quant à la conjonctive, de suite après l'opération, elle ne présentait pas une injection plus forte que du côté sain. Dans un seul cas les vaisseaux de cette membrane nous semblèrent anomalement dilatés ; mais comme nous avions négligé d'examiner l'œil avant de procéder à l'opération, il nous est impossible de dire si dans ce cas l'hypérémie conjonctivale était le résultat de la section du nerf ou existait déjà antérieurement : le fait qu'une assez grande quantité de mucus desséché était accumulé à l'angle des paupières nous ferait plutôt pencher pour cette dernière manière de voir.

Ce n'était que beaucoup plus tard, alors que la cornée présentait déjà des altérations visibles, que l'injection de la conjonctive commençait à s'accuser nettement. Jusqu'à la fin du deuxième ou le commencement du troisième jour elle gagnait en intensité. A ce moment la sécrétion muco-purulente était en général très-considérable. Nous ferons observer que nous pouvions, en protégeant l'œil, empêcher le développement de cette hypérémie conjonctivale aussi longtemps que durait la protection. Ces résultats sont confirmatifs de ceux de Büttner. Ils nous montrent qu'il ne peut guère être question pour la conjonctive d'une dilatation paralytique des vaisseaux. En effet, s'il en était ainsi, l'hypérémie conjonctivale devrait se manifester en même temps que celle de l'iris et de la choroïde, c'est-à-dire d'abord après l'opération; en outre elle ne devrait nullement être influencée par la protection de l'œil, ce que nous avons vu être toujours le cas. Cette injection de la conjonctive qui n'apparaît qu'avec les altérations de la cornée et qui va croissant en même temps que ces dernières, a tous les caractères d'une hypérémie réactionnelle, produite par le processus pathologique qui se développe dans son voisinage immédiat.

Nous devons ajouter ici que dans trois cas nous avons vu se produire un chémosis qui commença à se développer d'une heure à une heure et demie après la section. Mais dans le temps où nous observâmes ce phénomène, l'injection de la conjonctive n'était pas plus forte du côté affecté que du côté sain. Chose remarquable, cet œdème avait complétement disparu 24 heures plus tard, alors que les troubles de la cornée et l'hypérémie conjonctivale étaient déjà très-prononcés. Nous ne croyons pas que ces faits puissent infirmer en quoi que ce soit les conclusions

posées plus haut, attendu que si ce chémosis avait été le résultat d'une dilatation paralytique des vaisseaux, cette dernière aurait dû pouvoir être constatable et par conséquent constatée pendant et avant le développement de l'œdème sous-conjonctival; en outre celui-ci, au lieu de disparaître aussi promptement, aurait dû au contraire s'accroître et exister en tous cas dans un temps où l'injection de la conjonctive était très-intense.

Le *second point* sur lequel nous voulons attirer l'attention, doit exercer une grande influence sur le jugement définitif à porter sur la nature des troubles névroparalytiques de l'œil. Il s'agit de la production sur la surface antérieure de la cornée, de petites fossettes que nous avons vues se développer sans exception dans tous les cas où le trijumeau avait été lésé. Nous fûmes rendu attentif à ce phénomène dès nos premières expériences, par les ombres que ces petites surfaces déprimées projettent sur l'iris. Ces ombres donnent au diaphragme iridien un aspect singulier, comme bosselé, si bien qu'à un examen superficiel on pourrait croire à une modification de cette dernière membrane: mais il suffit de pratiquer l'éclairage oblique dans différentes directions pour s'assurer que ces soi-disant bosselures de l'iris se déplacent suivant la position de la lentille au moyen de laquelle on éclaire l'œil, et pour constater ainsi qu'il s'agit d'une modification de la surface de la cornée. Dans ce qui va suivre nous donnons les résultats de nos observations concernant ce phénomène, mentionné tout à fait en passant par Budje[1] et par Merkel[2].

[1] Ueber die Bewegungen d. Iris, p. 102.

[2] Untersuch. aus d. anatom. Institut zu Rostock, p. 18.

Nous trouvâmes que cette altération de courbure de la cornée se manifestait de suite après la section du nerf. Dans plusieurs cas, à peine avions-nous le temps de retirer le névrotôme de l'intérieur du crâne que les premiers indices du phénomène en question pouvaient déjà être constatés. On voit d'abord de petits enfoncements, comme produits par une pointe d'aiguille, apparaître en nombre variable dans les environs du centre: tandis qu'il en apparaît de nouveaux en d'autres endroits plus rapprochés de la périphérie, les premiers venus s'accroissent rapidement en surface, presqu'à vue d'œil, de sorte qu'il peut arriver que deux dépressions voisines finissent par se toucher par leurs bords et se fondre en une seule, formant ainsi une figure à contours irréguliers. Lorsque les points primitifs sont suffisamment éloignés les uns des autres, les dépressions dont ils forment le centre de développement, restent isolées, mais peuvent, de même que lorsqu'il y a confluence de deux enfoncements voisins, présenter une configuration très-irrégulière; tantôt ces fossettes sont rondes, tantôt au contraire, s'accroissant plus dans un sens ou dans l'autre, elles montrent des prolongements et des découpures qui leur donnent assez l'aspect des continents dans les cartes de géographie. Tandis que les parties centrales de la cornée sont constamment le siége des modifications que nous venons de décrire, ces dernières s'observent rarement dans les parties périphériques. Le temps nécessaire pour que ces dépressions

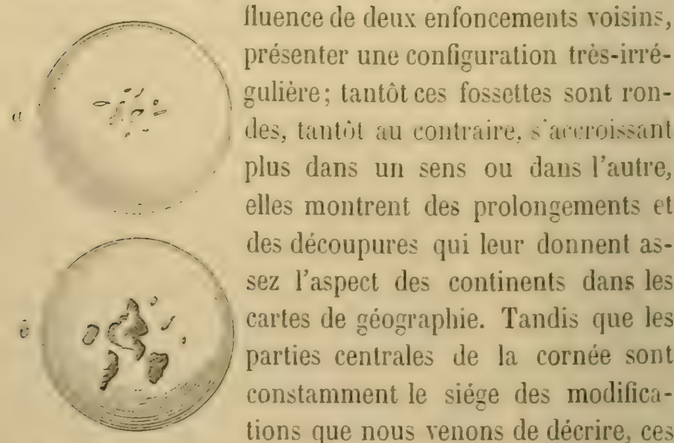



Fig. II *a*. Premier stade.

Fig. II *b*. Deuxième stade du développement des altérations primitives.

aient atteint leur développement maximum est très-variable ; tantôt au bout de quelques minutes elles cessent de s'accroître, tantôt après un quart d'heure et même une demi-heure elles n'ont pas encore atteint la période stationnaire, soit que pendant ce temps de nouvelles fossettes apparaissent, soit que les anciennes continuent à gagner en étendue.

Pour faciliter la description, nous comparerons ces surfaces déprimées, arrivées à leur complet développement, à des pertes de substance superficielles dont le fond serait légèrement granuleux et dont les bords, quoique nettement découpés, ne seraient pas taillés à pic, mais légèrement arrondis.—Au bout d'une demi-heure, souvent beaucoup moins, rarement plus, les dessins formés par les irrégularités signalées disparaissent complétement. Lorsqu'au bout de ce temps, après avoir tué l'animal, on pratique l'énucléation de l'œil, afin de pouvoir l'examiner plus exactement, on trouve que la cornée a repris sa courbure normale. Pendant toute la durée de l'apparition et de la disparition du phénomène singulier que nous venons de décrire, la transparence de la cornée n'est nullement altérée ; ce n'est que beaucoup plus tard que les premières opacités apparaissent.

La production de ces modifications primaires semble n'être pas en rapport avec la solution de continuité des fibres nerveuses, mais dépendre de l'irritation de ces dernières, car il nous est arrivé maintes fois d'observer ces dépressions, toujours avec les mêmes caractères, lorsque le trijumeau n'avait point été divisé, mais seulement contusionné par le névrotôme. Dans les cas de section complète, les altérations dont nous parlons se manifestèrent avec une intensité très-variable. Nous croyons pouvoir

affirmer que ces différences tiennent au degré plus ou moins considérable de contusion qui complique nécessairement la solution de continuité du tronc nerveux. En effet, il nous est quelquefois arrivé d'exécuter la section du premier coup. Dans ces cas les modifications primaires se bornèrent à la production de deux ou trois petites inégalités qui ne montrèrent pas de tendance à gagner en surface et disparurent au bout d'un temps très-court. Mais dans d'autres essais nous fûmes moins heureux : nous fûmes forcé de pénétrer une seconde et même une troisième fois dans le crâne avec notre instrument pour effectuer une division que nous avions crue réussie après la première tentative, mais dont la persistance de l'action réflexe des paupières nous avait montré l'insuccès. C'est dans ces circonstances qu'il nous fut donné d'observer les dépressions les plus étendues et qui se conservèrent le plus longtemps.

Désirant connaître plus exactement la nature de ces altérations singulières, nous tuâmes l'animal au moment de leur développement maximum ; puis, après avoir rapidement énucléé l'œil, nous plaçâmes ce dernier dans une solution de chlorure d'or à 0,5 $^0/_0$. Nous fûmes assez heureux pour voir les parties affectées se laisser imprégner d'une manière plus intense que le reste de la cornée. Au bout de cinq ou six jours, la réduction du sel d'or était plus avancée au niveau des dépressions que dans les parties environnantes. L'examen microscopique nous montra ce qui suit : Dans des coupes parallèles à la surface de la cornée, le revêtement épithélial, à un faible grossissement, était représenté, au niveau des endroits affectés, par de petites surfaces à contours irréguliers plus transparentes que le reste et correspondant, par leur forme et

leur dimension assez exactement aux enfoncements observés pendant la vie. A un fort grossissement, ces portions de la surface épithéliale montraient des cellules à bords très-nets : les noyaux, assez fortement colorés en violet, étaient de même très-bien marqués. Les cellules épithéliales superficielles, dans ces endroits, nous ont paru avoir leur grandeur normale, tandis qu'au contraire les cellules profondes nous semblèrent dans plusieurs coupes avoir perdu de leur dimension. Quant au tissu propre de la cornée, il ne nous parut pas avoir subi de modifications appréciables au niveau des altérations primaires. Les corpuscules fixes se présentaient là comme ailleurs. — Les coupes d'épaisseur nous donnèrent des résultats intéressants. Aux endroits affectés, la coloration violette résultant de la réduction du sel d'or était plus intense pour la couche épithéliale antérieure et moins intense pour la substance fondamentale que dans les parties qui n'avaient subi aucune modification pendant la vie. De plus, la cornée dans ces points était amincie, non-seulement à la suite d'une dépression de la surface antérieure, mais aussi par une modification analogue de la surface postérieure. Des mensurations micrométriques que nous avons entreprises nous ont donné les résultats suivants, concernant l'épaisseur des endroits affectés et des endroits sains :

| | | mm. |
|---|---|---|
| *Épithélium,* | endroit non affecté | 0,1675 |
| | » affecté | 0,1050 |
| *Substance fondament.,* | » non affecté | 0,5425 |
| | » affecté | 0,4375 |

D'après ces chiffres, la différence d'épaisseur en faveur des parties non modifiées serait :

| | | |
|---|---|---|
| | | mm. |
| Pour la *couche épithéliale* | de | 0,0625 |
| » *substance fondament.* | » | 0,1050 |
| et la différence totale | de | 0,1675 |

| | |
|---|---|
| Épaisseur totale des parties saines | 0,7100 |
| » » » affectées | 0,5425 |

Nous voyons d'après ces données que les modifications que nous avions considérées pendant la vie comme de simples dépressions de la couche épithéliale antérieure, intéressent la cornée dans toute son épaisseur. Cependant c'est le revêtement épithélial qui présente les altérations relatives de beaucoup les plus considérables.

Il est difficile de dire à quelle cause il faut rapporter cet amincissement. Pour l'épithélium, il n'est guère possible d'expliquer la chose autrement qu'en admettant un changement dans les cellules, vu la quantité minime de substance intercellulaire; dans la substance propre de la cornée, les corpuscules fixes n'ayant subi aucune modification appréciable, notamment pas de réduction de volume, il semble naturel d'admettre, quoique la démonstration directe ne soit pas facile à donner, que la diminution d'épaisseur est due à des changements survenus dans la substance des lamelles et des fibrilles.

Pour résumer ce que nous venons de dire de ces altérations primitives de la cornée, nous formulerons les propositions suivantes :

1° Ces plaques déprimées apparaissent immédiatement après la section du trijumeau.

2° Elles sont d'autant plus nombreuses et plus étendues que la contusion, la dilacération du nerf a été plus considérable.

3° Elles ne dépendent point de la solution de continuité des fibres nerveuses.

4° Elles disparaissent au bout d'un temps relativement court, longtemps avant le développement des premières opacités de la cornée.

Avant de passer à l'examen des causes de la kératite névroparalytique, nous voulons donner un aperçu rapide des altérations de structure que le microscope nous a permis de constater dans cette forme particulière d'inflammation de la cornée. Nous ne serons pas long dans cette description, d'autant moins que nos résultats sur ce point concordent assez exactement avec les faits observés par Senftleben, au travail duquel nous renvoyons pour des renseignements plus circonstanciés.

Comme ce dernier auteur nous avons vu constamment après la section du trijumeau, que les premières modifications consistaient dans la production d'une opacité ayant son siége dans les parties découvertes, opacité nettement circonscrite, de couleur blanchâtre, au niveau de laquelle se manifestait, au bout de quelques jours, une perte de substance en général peu profonde qui en tous cas ne conduisait jamais à la perforation. Plusieurs heures après l'apparition de cette opacité primitive, il s'en produisait dans les parties périphériques une autre bien différente, dont le développement marchait de pair avec l'intensité croissante de l'injection conjonctivale. Ces troubles périphériques, loin d'atteindre la mesure de ceux ob-

servés dans les parties centrales, n'étaient ordinairement bien visibles qu'à partir de 36-48 heures après l'opération. Vers le quatrième ou cinquième jour, on voyait, à mesure que l'ulcération centrale se prononçait davantage, se développer une néoformation vasculaire partant du bord de la cornée, et qui un peu plus tard s'élevait au degré d'un pannus entourant sous forme d'un cercle rouge les parties primitivement affectées.

Au niveau de l'opacité primaire les coupes de surface nous montrèrent, lorsque l'affection durait depuis plus de 12 heures, une altération de l'épithélium de la face antérieure consistant dans une déformation des cellules dont les contours avaient considérablement perdu de leur netteté. Plus tard, deux ou trois jours après l'opération, la couche épithéliale faisait constamment défaut. La substance des lamelles immédiatement sous-jacentes au revêtement épithélial et à la membrane élastique de Bowmann présentait à ce moment un aspect particulier, comme feutré, que nous ne retrouvâmes jamais dans les coupes prises des parties correspondantes de la périphérie.

Entre les fibres de ce feutrage dans lequel les corpuscules fixes de la cornée n'étaient plus visibles, on voyait en grand nombre des figures qui, au premier abord et à un faible grossissement, ressemblaient beaucoup à des leucocytes, mais qui avec des objectifs plus puissant, se montraient composées de la réunion d'une quantité de petites granulations rondes. Eberth qui donne de cet état de la cornée des dessins dans lesquels nous avons pu retrouver presque tous les détails que nous venons de rapporter, pense que ces corpuscules agglomérés sont de petits organismes, des champignons.

Tout récemment il a paru sur ce sujet, dans « Central-Blatt f. med. Wissenschaften, » un article de Balogh [1] où il est aussi question de ces organismes inférieurs, auxquels l'auteur fait jouer un grand rôle dans la production des phénomènes pathologiques qui nous occupent.

Nous ferons remarquer que dans un temps où ces fines granulations existaient en grand nombre au niveau de l'opacité centrale, nous les avons retrouvées entre les cellules épithéliales superficielles des parties périphériques. Nous ne sommes point en état de nous prononcer sur la nature de ces corps microscopiques ; du reste, la solution de cette question que nous laissons à d'autres plus compétents en ces matières, ne peut avoir, à notre avis, une grande influence sur le jugement définitif à porter au sujet de l'origine de cette affection de l'œil qui succède à la lésion de la cinquième paire.

Si l'on admet qu'il s'agit d'organismes, le développement de ces derniers dans la cornée n'est en tous cas pas la cause unique de la kératite, ainsi qu'il ne nous sera pas difficile de le démontrer plus loin. Tout au plus la végétation de ces sphérobactéries, comme on les a nommées, doit-elle faire partie de l'ensemble des causes extérieures qui déterminent l'inflammation de l'œil placé dans des conditions particulières par la section du trijumeau. D'un autre côté, il se pourrait qu'étant donné la nature des altérations anatomiques, la présence de ces champignons ou de ces algues soit la conséquence et non la cause de ces altérations.

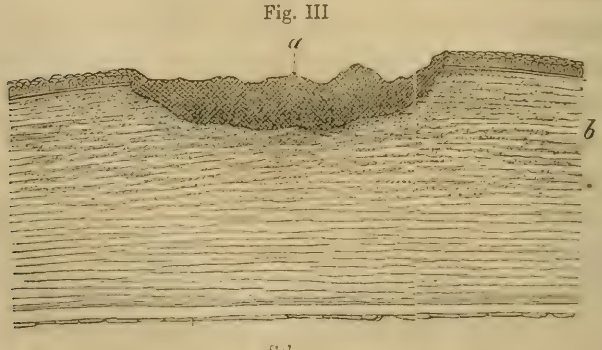
Après cette petite digression que nous ne pouvions éviter, nous revenons à l'étude de coupes prises dans les parties périphériques, siége de l'opacité secondaire. L'é-

[1] Central-Blatt f. med. Wissensch., 1876, n° 6.

pithélium à ce niveau paraît normal, quel que soit le temps écoulé depuis l'opération. A partir du deuxième jour, on constate dans les couches sous-jacentes la présence d'une quantité considérable de corpuscules de pus ; les cellules propres de la cornée présentent en ces endroits un aspect plus granuleux et des prolongements moins déliés qu'à l'état normal.

Les coupes d'épaisseur nous ont fourni un tableau très-net concernant la nature du processus pathologique dans les différents segments de la cornée. Lorsque l'altération était déjà un peu avancée (5-6 jours), on pouvait constater, au niveau de l'opacité primitive qui avait des limites remarquablement tranchées, que la strucure normale avait complétement disparu ; de même les leucocytes faisaient défaut dans les parties superficielles, tandis qu'on pouvait en apercevoir quelques-uns dans les parties profondes de l'opacité. Par contre, dans le domaine de cette dernière les petits corpuscules dont nous avons parlé plus haut existaient en grand nombre. Quant aux parties périphériques, elles étaient le siége d'une infiltration purulente qui se continuait entre les lamelles situées au-dessous de l'altération primaire (fig. III).

Fig. III




Schema.

Senftleben admet que les altérations de la cornée dans la kératite névroparalytique sont le résultat d'un processus nécrotique des parties centrales. Il est positif que les données de l'examen microscopique parlent fort en faveur de cette manière de voir : Opacité primaire dans l'étendue de laquelle les éléments anatomiques normaux ne sont plus reconnaissables ; tout autour de cette altération du tissu cornéen il existe une infiltration purulente qui présente son maximum de développement au bord de la cornée. Ce processus n'est nullement différent au point de vue anatomique de ce que l'on peut observer dans une nécrose circonscrite d'un point quelconque de l'organisme. L'observation clinique vient puissamment à l'appui de cette interprétation des résultats de l'anatomie pathologique. Toute mortification de tissu produit dans les parties environnantes une inflammation réactionnelle, aboutissant à la séquestration et à l'élimination de la partie nécrosée.

Dans l'affection de la cornée dont nous parlons, nous avons au grand complet la série des processus qui appartiennent à la nécrose : modification primitive ne portant point les caractères de l'inflammation (destruction des éléments normaux, absence complète de cellules de pus), réaction dans les parties périphériques se manifestant au bout d'un certain temps par une opacité légère de la cornée (infiltration purulente) et par une hypérémie de la conjonctive. Ensuite, et c'est sur ce point que nous appuyerons surtout, élimination des tissus qui étaient le siége de la lésion primitive. Enfin, réparation de la perte de substance par la formation d'une cicatrice (leucome terminal).

Senftleben trouve encore un argument en faveur de

l'opinion que nous venons de développer dans ce fait que l'opacité centrale seule se laisse colorer en jaune par la bile. L'auteur que nous citons admet que les tissus de l'organisme ne se laissent « intra vitam » colorer par la bile que lorsqu'ils ont subi des modifications qui ont anéanti leur vitalité.

Une fois la nature nécrotique de l'affection établie, il n'est point difficile d'expliquer la présence (il serait même plus difficile d'expliquer leur absence) d'organismes inférieurs dans les parties affectées. On sait en effet avec quelle facilité les bactéries et les microcoques se développent et pullulent dans les tissus mortifiés et exposés au contact de l'air.

*(A suivre.)*

# NOUVELLES EXPÉRIENCES RADIOMÉTRIQUES

Le curieux appareil imaginé par M. W. Crookes continue d'attirer l'attention des physiciens. On lui a donné en Angleterre le nom de « Light mill, » c'est-à-dire de moulinet tournant par la lumière. Trompées par cette dénomination, diverses personnes ont cru pouvoir s'en servir comme de photomètre. En effet, M. Crookes a démontré que, sous l'action de sources calorifiques et lumineuses semblables, bougies, lampes, etc., le nombre des révolutions vérifie la loi de l'intensité en raison inverse du carré des distances. Toutefois, il est nécessaire d'observer que cet appareil ne fonctionne que par les radiations *calorifiques,* qui ne sont point proportionnelles aux radiations lumineuses proprement dites. Ainsi, j'ai exposé un radiomètre délicat à la lumière de la pleine lune passant au méridien et j'en ai concentré l'éclat à l'aide de lentilles ou de miroirs concaves sur la face noircie d'une des palettes, sans que l'appareil soit entré en mouvement. De même, si on le soumet au rayonnement seul d'un bec de gaz de Bunsen, la vitesse de sa rotation n'est pas changée quand on rend lumineuse la flamme bleue peu éclairante.

Le Dr Schuster a montré récemment que si l'on fait

flotter dans l'eau un radiomètre, dans une position verticale qui arrête la rotation du moulinet, l'enveloppe vitreuse tend à tourner en sens inverse de celui que les palettes auraient affecté, si l'on eût fait tomber sur elles les rayons d'une source calorifique.

Sir William Grove vient de communiquer au Club philosophique de Londres les détails suivants qu'il m'a autorisé à publier. Désireux de chercher quelle influence l'électricité peut avoir sur le mouvement du moulinet, il recouvrit de feuilles d'étain la moitié de la surface extérieure de la sphère de verre, et s'assura qu'en électrisant cette armature aucun effet nouveau n'était produit. Alors il fit construire un radiomètre dans lequel les quatre palettes (noircies sur une de leurs faces), ainsi que les bras qui les supportaient, étaient formées d'aluminium. Au point d'entre-croisement, ces bras étaient soutenus par une pointe métallique portant sur une coupe de métal. Celle-ci était soutenue par un fil de platine, traversant un tube de verre au sein duquel on l'avait soudé par fusion, et qui se projetait hors de l'enveloppe. M. Crookes déclara que le vide était aussi parfait dans cet appareil que dans ceux qu'il construit, bien que sir W. Grove ait conservé des doutes sur ce point.

Quoi qu'il en soit, voici les résultats des expériences faites par le savant auteur du livre sur la *Corrélation des forces physiques :*

1° A la faible lumière d'une allumette, ou bien d'une ou deux chandelles, le mouvement des palettes a toujours été inverse, c'est-à-dire, que les surfaces polies ont été repoussées.

2° Avec une chaleur obscure, telle qu'elle émane d'une

pelle chauffée presque au rouge, elles ont tourné dans le sens direct. Ces effets ont duré pendant quelques jours, mais n'ont pas persisté avec la même régularité ; l'appareil avait perdu de sa sensibilité, comme si le vide y fût moins parfait.

3° Quand on électrisait le fil de platine à l'aide d'une baguette de verre ou de cire à cacheter, préalablement frottée, les palettes tournaient tantôt dans un sens tantôt dans l'autre.

4° On obtenait encore des résultats contradictoires, lorsqu'on réunissait le fil de platine au pôle négatif d'une bobine de Ruhmkorff. Mais le pôle positif engendrait d'une manière permanente la rotation du moulinet, et son action paraissait plus efficace que celle de la lumière ou de la chaleur. Faite dans l'obscurité, l'expérience est fort belle à cause de la lueur phosphorescente au milieu de laquelle les palettes se déplacent.

En résumé, sir William Grove regarde ces résultats comme produits par l'air qui demeure dans l'instrument. La rotation électrique, dans la dernière expérience, paraît due au fait que le fluide s'échappe en plus grande abondance par les mille aspérités des faces noircies que par les faces polies. A son tour, la réaction du gaz électrisé détermine le mouvement. Mais la rotation inverse de la première expérience semble moins facile à expliquer.

On a fait aussi l'expérience suivante dont j'ignore l'auteur. A la boule d'un radiomètre on a soudé latéralement un réservoir de verre communiquant avec elle et qui avait, par conséquent, été vidé d'air. Dans cet appendice, sorte de tube de Geissler, on avait implanté deux

fils de platine. Quand ces conducteurs étaient mis en relation avec un appareil d'induction assez énergique pour que l'étincelle franchît leur intervalle, le moulinet cessait de fonctionner régulièrement sous l'influence des sources calorifiques. Il se déplaçait en hésitant, tantôt à droite, tantôt à gauche. L'échauffement de l'atmosphère intérieure et l'accroissement de pression qui en est la conséquence, amenaient l'appareil au même état d'indifférence que celui dont un vide médiocre est la source, d'après les recherches de M. Crookes.

E. W.

---

# PHYLLOXERA VASTATRIX

## EXTRAIT D'UN SECOND RAPPORT

PRÉSENTÉ AU DÉPARTEMENT DE L'INTÉRIEUR DU CANTON DE GENÈVE

Par M. le Dr V. FATIO

Cycle des métamorphoses parfois entièrement souterrain. — L'œuf d'hiver sur les racines. — Identité des pondeuses gallicole adulte et nodicole. — La forme gallicole produit la race radicole à antennes larges et en biseau.

De quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire, l'été passé et ce printemps, à Pregny près Genève, il me semble ressortir que : *le cycle des métamorphoses du Phylloxera vastatrix peut, dans certaines circonstances, se fermer entièrement sous le sol, sans l'intervention de la forme ailée parfaite.*

Voici, par ordre et en peu de mots, d'abord quatre données qui m'ont amené hypothétiquement à cette idée, puis une observation directe qui vient confirmer, jusqu'à un certain point, cette première supposition.

1° Le *Phylloxera* semble exister à Pregny depuis sept ans environ, d'abord dans des serres, sur des plantes importées, puis, depuis cinq années, dans les vignes avoisinantes; et cependant le fléau n'est pas sorti jusqu'ici (fin de 1875) d'un espace très-restreint (700 mètres de grand diamètre environ).

2° Bien que les *nymphes* se montrent en très-grand nombre sur les renflements radiculaires de nos vignes,

dès la fin de juillet, on n'a trouvé jusqu'ici qu'un nombre relativement très-minime *d'ailés parfaits* dans notre canton.

3° Il semble que des *nymphes*, dans une certaine proportion, restent chez nous sous terre, faute d'avoir pu terminer leur transformation. Le Dr Wittmack, à Berlin, a signalé, en 1875, que des nymphes pondent dans le sol; mais, cet auteur ne paraît pas avoir supposé que ces nymphes pussent, comme les ailés parfaits dont elles ont déjà les caractères, donner naissance à des sujets sexués.

4° M. Balbiani, en 1874, et d'autres après lui, ont rencontré parfois des individus *sexués* sur les racines, en automne.

5° Sur un vase de vigne, ensemencé en août 1875 avec quelques nymphes et mis en chartre privée, j'ai observé : d'abord, avant l'automne de la même année, l'évasion de quelques ailés parfaits pris à la glu; puis, le 6 mai ce printemps, la présence d'un *œuf d'hiver près d'éclore sur les racines.* (Les racines jeunes de ce vase étant saines et sans exfoliations, l'œuf était simplement fixé sur l'écorce à cinq centimètres environ de profondeur.)

Enfin, la *parfaite identité* que j'ai constatée dernièrement entre la *pondeuse gallicole provenant de l'œuf d'hiver aérien, à l'état adulte* (galles d'une feuille de Clinton crue dans le midi de la France), et la *grosse pondeuse verte des renflements*, que j'ai décrite et figurée l'an passé (dans un rapport au Département de l'Intérieur et dans les *Archives des Sc. phys. et nat.* en août 1875), vient encore affermir, d'une autre manière, l'opinion que je formule ici sur les modifications du Cycle.

En effet, cette grosse pondeuse, sombre de couleur, le plus souvent d'un vert olivâtre, à membres petits, à su-

çoir plutôt court et à antennes grêles et acuminées, me paraît avoir été peu remarquée jusqu'ici dans le midi de la France où les ailés abondent, tandis qu'elle est, au contraire, très-commune chez nous, où les ailés parfaits sont encore relativement rares.

J'avais supposé d'abord que cette pondeuse, mesurant jusqu'à 1 1/4 millimètres, pourrait bien n'être qu'un état de la pondeuse *radicole ordinaire* gonflée par la nourriture plus substantielle ou plus abondante des renflements sur lesquels on la trouve presque exclusivement : mais, la parfaite analogie de cette forme que j'appellerai ici *nodicole*, avec la pondeuse *gallicole adulte*, me pousse maintenant vers une autre interprétation. Je me demande si la dite forme nodicole ne serait peut-être pas, comme la race gallicole, le produit de l'œuf d'hiver, que celui-ci soit éclos sur le bois aérien ou sur les racines....... Je me demande : *si la forme nodicole ne serait peut-être pas, dans certaines conditions, appelée à jouer, sur les racines, le rôle* (développement de galles ou renflements par piqûre en vue de la ponte) *que la nature de la feuille de nos vignes européennes semble refuser assez souvent au produit de l'œuf d'hiver.*

Je ne doute pas que cette grosse pondeuse sombre n'ait une grande influence sur la formation des renflements et, par là, probablement sur le développement des nymphes ; toutefois, je ne m'explique pas encore pourquoi cette forme, *abondante surtout au printemps*, se montre cependant aussi jusqu'en août, et je ne comprends pas encore quel rapport existe entre les nymphes et la dite pondeuse des renflements, tandis que *j'ai vu dernièrement la forme gallicole reproduire la race radicole ordinaire à antennes larges et en biseau.*

Cette question secondaire mérite, me semble-t-il, comme la première, l'attention des naturalistes, ne fût-ce même que dans un but purement scientifique.

Je suis convaincu que la colonisation s'est opérée en partie par la voie aérienne, dans les environs de Pregny, et il est fort possible que, malgré nos travaux de cet hiver, l'on découvre bientôt de nouveaux points d'attaque en dehors du périmètre de 1875; toutefois, je n'en persiste pas moins à croire que le cycle des métamorphoses du Phylloxera se ferme aussi bien souvent chez nous entièrement sous le sol.

Est-ce à la nature du terrain à Pregny, ou à l'influence du climat sur la forme ailée, peut-être plus délicate que la forme souterraine, qu'il faut attribuer cette sorte de tiraillement actuel entre les deux modes de transformation.

*Cet état de choses n'est fort probablement que transitoire.*

Devons-nous nous attendre (ce qui paraît le plus probable) à voir, par suite d'une *acclimatation* de plus en plus complète de l'espèce dans nos conditions locales, les ailés devenir plus nombreux, le cycle normal demi-aérien demi-souterrain s'établir définitivement, et, par le fait, la colonisation et l'extension du mal devenir aussi bientôt beaucoup plus rapides; ou bien, le cycle se fermant toujours plus sous le sol et l'espèce devenant de plus en plus exclusivement souterraine, par voie *d'adaptation*, pouvons-nous espérer une concentration et une localisation plus faciles et plus complètes de la maladie?

*C'est ce que l'avenir nous apprendra.*

Valavran, près Genève, 8 juin 1876.

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## PHYSIQUE

PROFESSEUR TYNDALL.— THE OPTICAL CONDITION OF THE ATMOSPHÈRE. — SUR LES CONDITIONS OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE AU POINT DE VUE DE LA PUTRÉFACTION ET DE LA CONTAGION. Londres, Janvier 1876.

Tout le monde aujourd'hui connaît les idées du prof.Tyndall sur la cause probable de la couleur bleue du ciel. On sait qu'il est arrivé à reproduire artificiellement l'azur du firmament avec toutes ses propriétés optiques par la simple dispersion d'un rayon de lumière traversant le nuage de poussières excessivement fines qui résulte de la décomposition. par la lumière. de certaines vapeurs très-raréfiées.

Depuis cette découverte, le prof. Tyndall n'a cessé d'être préoccupé du rôle que doivent jouer les matières pulvérulentes qui flottent constamment dans notre atmosmphère ou au sein des eaux en apparence les plus pures. Dès 1870, il réalisait devant ses auditeurs du Royal Institution une série d'expériences des plus curieuses sur l'air chargé de poussières. Comme ces expériences sont le point de départ de toute une théorie qui est certainement appelée à faire sensation, il est bon de les rappeler ici en quelques mots.

Lorsqu'un rayon de lumière traverse l'air d'une chambre il s'y manifeste par une trajectoire lumineuse qui est le résultat de sa réflexion partielle au contact des particules solides qu'il rencontre sur son passage. Un jour qu'il observait ce phénomène tout ordinaire, M. Tyndall eut l'idée de rapprocher la flamme d'une lampe à alcool de la traînée lu-

mineuse en question, et, à sa grande surprise, il remarqua qu'au contact du rayon de lumière les bords de cette flamme semblaient émettre comme une épaisse fumée noire. En plaçant la lampe à quelque distance au-dessous du rayon, il vit une tache opaque apparaître dans celui-ci, droit au-dessus de la flamme. En substituant à la lampe un fil de platine incandescent la tache obscure se réduisait à une raie étroite, située dans le plan du fil. Il conclut immédiatement de ces diverses circonstances que la suppression de l'éclat lumineux du rayon au voisinage des corps chauds provient de ce que ceux-ci, en chauffant l'air qui les entoure, le débarrassent de ses impuretés solides qui cessent de pouvoir flotter dans une atmosphère devenue trop légère pour les soutenir ou qui sont en grande partie détruites par la combustion si la température est suffisante.

Une expérience d'une toute autre nature vint presque immédiatement confirmer cette interprétation. En soufflant sur le rayon de lumière, M. Tyndall s'aperçut que les dernières bouffées d'air sorti de ses poumons produisaient le même effet obscurcissant, tandis que l'air émis au début de l'expiration ne faisait qu'agiter violemment les particules en suspension sans en diminuer l'éclat. Il s'expliqua de suite cette différence d'action en songeant que l'air qui a séjourné dans l'appareil respiratoire doit y avoir déposé peu à peu la plus grande partie des poussières qui s'y introduisent avec lui pendant l'inspiration. D'où il résulte que l'air expiré en dernier lieu doit être plus pur que celui qui sort le premier des poumons. Le prof. Tyndall ignorait alors qu'un chirurgien éminent, le prof. Lister d'Édimbourg, était, depuis peu, arrivé avant lui à une conclusion toute semblable, en se basant sur des faits d'un tout autre ordre.

M. Lister s'était occupé, avec succès, des moyens de mettre, autant que possible, les plaies chirurgicales à l'abri des germes infectants de l'atmosphère, et il avait obtenu sous ce rapport des résultats pratiques d'une grande importance.

Or, ses observations l'avaient conduit à remarquer qu'à la

suite d'une simple fracture des côtes et lorsqu'un de leurs fragments a blessé les poumons, le sang qui s'extravase dans la plèvre, bien que mêlé d'air ne subit aucune décomposition.

En rapprochant ce fait des idées qui ont cours aujourd'hui sur le rôle des germes dans la putréfaction, le prof. Lister avait alors formulé cette opinion que « l'air devait naturellement se dépouiller de ses germes en passant au travers des conduits de l'appareil respiratoire dont une des fonctions consiste à arrêter les poussières contenues dans l'air inspiré et à les empêcher de pénétrer dans les cellules aériennes. On voit que l'expérience de M. Tyndall est venue confirmer cette hypothèse, dont elle fournit une preuve physique et véritablement visible.

Dès lors, M. Tyndall a été convaincu que c'était à la lumière qu'il fallait s'adresser pour obtenir des indications précises sur le degré de pureté de l'air.

Dans ses études sur la décomposition des vapeurs, il avait dû rechercher les moyens de débarrasser des moindres traces de poussière l'air contenu dans son tube expérimental, ainsi que les parois intérieures de cet appareil. Afin d'obtenir la production du nuage d'azur qui se manifeste au moment où a lieu la décomposition de la vapeur mêlée à l'air contenu dans le tube, il faut que la poussière infiniment petite qui résulte de cette action décomposante de la lumière, ne soit aucunement mêlée de particules plus grosses qui troubleraient le phénomène en disséminant de la lumière blanche. D'ailleurs, pour que l'expérience soit concluante et prouve réellement que le nuage bleu résulte de la décomposition de la vapeur introduite, après coup, dans le tube, il convient que l'air qui y est renfermé ne produise absolument aucun effet de dispersion avant l'introduction de cette vapeur. Or, ce n'est qu'après de longs efforts que M. Tyndall est arrivé à obtenir une pureté parfaite de l'air dans son tube expérimental.

En vain n'y laissait-il pénétrer que de l'air préalablement

filtré par son passage dans des tubes en U remplis de potasse caustique ou d'acide sulfurique; le rayon de lumière marquait encore son passage dans l'air qui avait lentement traversé ces liquides.

En multipliant les filtres liquides et les tampons de coton interposés sur le passage de l'air, il finissait cependant par obtenir dans le tube une atmosphère qui ne contenait plus de particules pouvant disséminer la lumière.

En filtrant l'air au travers de la flamme d'une lampe à alcool ou dans un tube de platine chauffé au rouge, il arrivait aussi à le purifier totalement, ce qui prouvait que les poussières en question sont, pour la plupart, combustibles, c'est-à-dire d'origine organique. L'air qui ne contient plus de particules solides en suspension est ce que M. le prof. Tyndall appelle de l'air *optiquement vide.* Le rayon de lumière électrique le plus puissant y est invisible.

On obtient une atmosphère optiquement vide, en faisant passer l'air au travers d'un tube de platine chauffé au rouge et renfermant de la gaze de platine ce qui assure le contact du courant gazeux avec le métal incandescent. Voici, par exemple, le résultat d'une expérience faite de cette manière. La première colonne du tableau indique la quantité d'air employé, exprimée par la dépression du mercure dans le manomètre de la pompe à air, servant à remplir le tube; la seconde colonne indique la température du tube pendant le passage de cet air dont la troisième colonne du tableau fournit l'état optique.

| Quantité d'air. | État du tube de platine. | État du tube expérimental. |
|---|---|---|
| 15 pouces | froid | plein de particules. |
| 30 » | rouge | optiquement vide. |

Enfin, plus récemment, M. Tyndall est parvenu à obtenir le même degré de pureté de l'atmosphère par un moyen beaucoup plus simple. Il a constaté, en effet, qu'il suffit du repos absolu pour qu'une atmosphère, primitivement chargée de particules, devienne optiquement vide.

Ce résultat est plus prompt cependant lorsqu'on a soin d'enduire de glycérine les parois intérieures du récipient

contenant l'air sur lequel on peut opérer. Les particules qui pendant le repos se fixent peu à peu contre les parois y sont alors retenues de telle sorte que les secousses qui peuvent se produire plus tard pendant les expériences, ne sauraient les faire flotter de nouveau dans l'atmosphère totalement purifiée.

Ce sont ces recherches sur la transparence de l'air et sur les moyens de l'obtenir à l'état de pureté parfaite qui ont permis à M. Tyndall d'intervenir d'une façon efficace et des plus originales dans le débat, sans cesse renaissant, de la génération spontanée.

La découverte du Bathybius qui tapisse le fond de certaines mers et celle d'autres protistes analogues, a donné à penser que les êtres les plus élémentaires pourraient bien encore de nos jours naître spontanément.

En 1872, le Dr Bastian a commencé la publication d'un ouvrage, intitulé *the beginnings of life* (les commencements de la vie), dont le second volume a paru récemment et qui fait encore sensation en Angleterre.

A la suite de patientes et consciencieuses recherches, ce savant est devenu un ardent défenseur de la génération spontanée [1] qui paraissait avoir été si complétement réfutée par les travaux classiques de Pasteur.

En résumé, le Dr Bastian affirme qu'il a obtenu des Bactéries, des vibrions et jusqu'à des moisissures au sein de liquides, de nature purement minérale, contenus dans des tubes scellés à la lampe, après avoir été soumis à une ébullition prolongée. Ses expériences paraissent irréprochables et les conséquences qu'il en déduit semblent, au premier abord, légitimes. Il a étudié avec soin, par des méthodes nouvelles, le degré de résistance que les êtres inférieurs peuvent offrir à la chaleur et il démontre qu'une température de 60° leur est toujours fatale, car elle les rend impropres à tout déve-

[1] M. le Dr Bastian rejette, il est vrai, le terme de *génération spontanée*, qu'il remplace par celui de *Archebiosis* désignant la formation de la matière vivante aux dépens de substances entièrement privées de vie. *Beginn. of life*, vol. I, p. 252.

loppement ultérieur. Bref, les recherches de M. le Dr Bastian défient victorieusement toutes les objections ordinaires des adversaires de la génération spontanée. Elles seraient presque convainquantes pour les plus incrédules si M. le prof. Tyndall ne venait de jeter un jour tout nouveau sur cette question en montrant le rôle prépondérant que les poussières jouent dans la production des bactéries et autres êtres analogues.

Voici tout d'abord en quoi consistent les appareils dont il se sert. Il a fait construire un grand nombre de caisses ayant environ 40c de hauteur et de longueur sur environ 20c de largeur. L'une des faces de chaque caisse est en verre et les autres en bois. Les parois latérales sont percées de fenêtres rectangulaires fermées par des glaces parfaitement transparentes; le plancher est percé de plusieurs trous dans lesquels se fixent hermétiquement, au moyen de bouchons caoutchouc, les tubes destinés à contenir les liquides sur lesquels on veut opérer. Ces tubes sont fermés à celle de leur extrémité qui fait saillie en dehors de l'appareil, tandis qu'ils sont ouverts en dedans de la caisse. Une pipette pénètre par le plafond de chaque caisse auquel elle est fixée avec un caoutchouc qui lui permet de se mouvoir à l'intérieur de l'appareil au gré de l'opérateur. Grâce à cette disposition, on comprend qu'il est facile de remplir successivement chaque tube avec le liquide qui lui est destiné. Dès que la pipette a cessé de fonctionner on la tamponne avec de la ouate qui sert de filtre efficace pour l'air extérieur. Deux trous plus petits, également percés dans le plafond de la caisse, livrent passage à des tubes capillaires qui font communiquer l'appareil avec l'extérieur, ce qui permet de porter les liquides à la température d'ébullition. En dehors de la caisse ces tubes capillaires sont recourbés plusieurs fois de haut en bas et de bas en haut, en sorte que l'air extérieur ne peut rentrer dans l'appareil sans déposer ses poussières dans l'eau de condensation qui remplit ces sinuosités. Enfin, les parois intérieures de la caisse sont enduites de glycérine.

« Le 10 septembre 1875, dit M. Tyndall, je fermai la première caisse de ce genre. Le passage du faisceau concentré

au travers des deux fenêtres latérales montrait que l'air contenu dans l'appareil était abondamment chargé de matières flottantes. Le 13 du même mois, il fut examiné de nouveau. A l'entrée et à la sortie de la caisse, le faisceau lumineux était parfaitement distinct, mais il disparaissait entièrement à l'intérieur. Les tubes à expérience furent alors remplis avec la pipette, soumis à l'ébullition pendant cinq minutes dans un bain d'huile ou d'eau salée, puis abandonnés à l'action de l'air purifié. Pendant l'ébullition, la vapeur d'eau se répandit dans la caisse où elle se condensa pour la plus grande partie, le reste s'échappant au dehors par les tubes recourbés. Avant d'enlever le bain, j'eus soin d'introduire de petits tampons de coton dans les orifices de ces tubes, craignant que le courant d'air rapide qui se produit au premier instant du refroidissement ne risquât d'introduire des poussières dans la caisse. Cependant, dès que l'atmosphère intérieure eut repris la température ambiante, ces tampons furent de nouveau supprimés.

« Nous avons dans cet appareil de l'oxygène, de l'azote, de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau et toutes les autres matières gazeuses qui souillent l'atmosphère d'une grande ville. Ces substances s'y trouvent en présence sans avoir éprouvé aucune altération résultant de la calcination et sans avoir été en aucune façon modifiées par filtrage ou manipulation d'aucune sorte. La question que nous avons à nous poser maintenant est de savoir si cet air avec tous les gaz qu'il contient, mais qui s'est purifié de lui-même en déposant toutes les particules qu'il tenait mécaniquement en suspension, sera capable d'engendrer la putréfaction dans des infusions organiques exposées librement à son influence. Or le règne animal et le règne végétal donnent l'un et l'autre une réponse absolument négative à cette question. »

M. le prof. Tyndall, en effet, a rempli les tubes de ses appareils avec une foule de substances les plus diverses et ils n'ont jamais donné naissance à la moindre bactérie ou autre produit analogue toutes les fois que l'air contenu dans la caisse s'est trouvé optiquement pur. Par contre, les mêmes

infusions se putréfiaient rapidement lorsqu'il les exposait à l'atmosphère ordinaire de son laboratoire.

En ce qui concerne l'examen microscopique des infusions il ne s'en est pas, d'ailleurs, rapporté à son seul jugement, et il a toujours eu soin de le soumettre au contrôle de biologistes éminents.

D'ailleurs, l'examen optique, bien plus puissant que le microscope, aurait pu lui suffire. Dans ses recherches sur la transparence de l'eau, il a montré, en effet, que les particules qui disséminent la lumière sont, pour la plupart, d'un ordre de petitesse qui échappe entièrement aux plus forts grossissements du microscope. Or, les infusions qui ont résisté pendant plusieurs mois à l'action de l'air optiquement pur de ses appareils sont elles-mêmes optiquement pures.

On comprend que des résultats aussi constants aient amené M. le prof. Tyndall à affirmer de nouveau l'impossibilité de la génération spontanée. Pour lui, les expériences telles que celles de M. le D$^r$ Bastian, ont dû nécessairement pécher par quelque vice d'expérimentation qui permettait l'accès des poussières atmosphériques qu'il est toujours si difficile d'exclure absolument.

Du reste, M. Tyndall n'a pas seulement en vue le problème biologique abstrait de la possibilité ou de l'impossibilité de la génération spontanée. Ses recherches sur les poussières répandues dans l'air et dans l'eau ont surtout pour objet d'élucider les questions d'hygiène publique, en ce moment plus que jamais à l'ordre du jour en Angleterre. Sous ce rapport, il se range ouvertement du côté des partisans de la vitalité des agents contagieux qu'il considère comme des germes disséminés dans l'atmosphère et dans l'eau. S'il en est ainsi, le fait de l'impossibilité de la génération spontanée permet d'espérer que l'on parviendra à supprimer la contagion des maladies en détruisant les germes vivants de cette contagion. Les desinfectants, les antiseptiques et, en général, toutes les méthodes employées pour purifier l'atmosphère ne sont efficaces, suivant M. Tyndall, qu'autant qu'elles débarrassent l'air des matières solides flottantes.

Les simples exhalaisons gazeuses sont, suivant lui, tout à fait inoffensives. Il cite bien des faits à l'appui de cette manière de voir, en particulier la circonstance que l'état sanitaire des quartiers de la ville de Londres voisins de la Tamise ne paraît pas s'être sensiblement aggravé aux époques où ce fleuve était le plus fétide.

Dans le but d'étudier ces questions plus en détail, M. Tyndall a poursuivi toute une longue série de recherches sur la répartition des poussières flottantes dans différentes localités et jusque dans les diverses couches de l'atmosphère en un même lieu.

En disposant des tubes contenant la même infusion, à différentes hauteurs dans une même chambre, il a constaté que les poussières capables d'engendrer les bactéries y sont toujours inégalement et capricieusement disséminées. Il semble qu'il existe comme des nuages à bactéries, se déplaçant peu à peu par suite des courants d'air ou d'autres causes inconnues. Il y a plus, les germes des diverses sortes de bactéries paraissent coexister rarement en un même point. En exposant à l'atmosphère d'une chambre un grand nombre de tubes contenant des infusions différentes et situés dans le voisinage immédiat les unes des autres, M. le prof. Tyndall constate que la putréfaction est loin de débuter au même moment dans chacune d'elles. Ces différences qui ne dépendent, d'ailleurs, pas de la nature même des infusions, car elles n'ont pas toujours lieu dans le même sens, prouvent que les germes des diverses espèces de bactéries sont très-inégalement répandus dans l'atmosphère d'une même chambre.

C. de C.

---

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

H. Serrano y Fatigati & F. Quivoya y Rodriguez. Nouvelles recherches sur le sang. (Extrait d'un manuscrit envoyé par les auteurs.)

Ces auteurs ont entrepris, à Madrid, une série de recher-

ches sur les globules du sang : l'étude des globules de la grenouille fait le sujet de ce premier mémoire.

En examinant immédiatement du sang extrait du cœur, qui n'a subi aucune influence extérieure, et qui n'a été mélangé à aucun liquide étranger, les auteurs trouvent que les globules manquent de noyau ; ce noyau ne se formerait que consécutivement.

Les variations qu'ils ont observées dans les globules du sang de grenouille soumis à divers agents, tels que la chaleur, les acides chlorhydrique, nitrique, acétique, tannique, phénique, les amènent à conclure que le globule du sang de la grenouille serait un amas de trois substances diverses : l'hémoglobine, la paraglobine et le protagon intimement mélangés ; les auteurs refusant au globule soit une membrane d'enveloppe, soit un noyau. Le centre de ce mélange serait occupé par une petite quantité de gaz ; le tout étant soumis aux forces et aux actions moléculaires.

Sous l'influence de la chaleur, le globule prend plus de fluidité et devient sphérique ou offre une des autres formes que prennent les liquides soumis seulement aux forces moléculaires.

Les réactifs diminuent la résistance extérieure ou augmentent la quantité ou la tension du gaz et le noyau se gonfle pendant que chacune des substances constituantes donne naissance à un nouveau produit tantôt en se dissolvant, tantôt en se coagulant. Il se forme ainsi ce que l'on nomme une membrane d'enveloppe, ou d'autres fois un précipité qui reste dans le globule en formant son noyau, ou qui sort à l'extérieur.

Des observations ultérieures sont, nous le pensons, nécessaires pour que cette manière assez originale de considérer les globules du sang puisse être acceptée.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

## M. le prof. E. PLANTAMOUR

## PENDANT LE MOIS DE MAI 1876.

---

Le 2, fort vent du SSO. tout le jour; le soir couronne lunaire.

3, il a neigé pendant la nuit sur toutes les montagnes des environs et jusqu'à demi-hauteur du Salève et des Voirons ; cette neige a disparu dans l'après-midi; le soir à 8 h. couronne lunaire, et plus tard jusqu'à 11 h. $^1/_2$ halo lunaire.

5, il a encore neigé sur le Grand-Salève pendant la nuit ; belle couronne lunaire à 9 h. $^1/_2$ du soir.

6, forte bise toute la journée; couronne lunaire le soir.

7, très-forte bise toute la journée; le soir à 11 h. averse mêlée de grêle.

8, forte bise toute la journée.

9 et 10, la bise souffle encore assez fortement pendant une partie de la journée.

13, brouillard le matin de 6 h. à 9 h. ; la bise reprend dans l'après-midi.

14, forte bise tout le jour.

15, de 8 h. du matin à 3 h. après midi halo solaire complet, ciel vaporeux.

16, halo solaire partiel le matin depuis 8 h. $^1/_2$; à midi il est complet et fort beau.

18, halo solaire partiel à 10 h. du matin; faible hâle dans l'après-midi.

19, forte bise tout le jour.

21, rosée le matin.

22, à 6 h. du soir orage, suivant la direction du SO. au NE. ; à 6 h. $^1/_2$ éclairs et tonnerres ; plus tard dans la soirée, éclairs et tonnerres continuels du côté du N.

25, à 11 h. $^1/_2$ du soir éclairs du côté du S.

26, à 10 h. du soir averse mêlée de quelques grêlons.

29, rosée le matin.

30, id.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM. | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| 4 à midi ............... | 732,59 | Le 1er à 4 h. après midi...... | 721,25 |
| 9 à 8 h. soir ........... | 725,43 | 8 à 8 h. matin .......... | 721,32 |
| 13 à 6 h. matin .......... | 725,29 | 11 à 4 h. après midi...... | 723,41 |
| 17 à 6 h. matin .......... | 725,88 | 14 à 6 h. soir ............ | 721,00 |
| 21 à 8 h. matin .......... | 728,95 | 19 à 4 h. après midi...... | 719,62 |
| 29 à 8 h. matin .......... | 732,67 | 25 à 6 h. soir ............ | 721,14 |
| | | 31 à 6 h. soir ............ | 726,35 |

| Jours du mois. | Baromètre. | | Température C. | | | | Tension de la vap. | | Fract. de saturation en millièmes. | | | | Pluie ou neige | | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône | | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hauteur moy. des 24 h. | Écart avec la hauteur normale | Moyenne des 24 heures | Écart avec la temp. normale | Minim. | Maxim. | Moy. des 24 h. | Écart avec la tension normale. | Moy. des 24 h. | Écart avec la fraction norm. | Minim. | Maxim. | Eau tomb. d. les 24 h. | Nomb. d'h. | | | Midi. | Écart avec la temp. normale | |
| | millim. | millim. | 0 | 0 | 0 | 0 | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | 0 | 0 | cm |
| 1 | 721,81 | − 3,14 | +10,08 | − 0,98 | + 6,9 | +14,6 | 6,38 | −0,43 | 723 | + 29 | 440 | 870 | 3,1 | 8 | SO. 1 | 0,88 | +9,1 | − 1,0 | 148,7 |
| 2 | 725,19 | + 0,21 | + 8,85 | − 2,36 | + 6,4 | +13,0 | 5,69 | −1,19 | 693 | − 2 | 460 | 810 | ... | ... | SSO. 2 | 0,71 | 8,1 | − 2,1 | 147,0 |
| 3 | 728,21 | + 3,19 | + 6,87 | − 4,48 | + 4,5 | +11,9 | 5,49 | −1,46 | 754 | + 59 | 550 | 840 | 0,4 | 1 | NNE. 1 | 0,72 | 7,7 | − 2,6 | 146,0 |
| 4 | 732,30 | + 7,24 | + 6,73 | − 4,76 | + 5,0 | + 8,9 | 6,10 | −0,92 | 782 | + 87 | 580 | 990 | ... | ... | NNE. 1 | 0,93 | 7,7 | − 2,7 | 146,9 |
| 5 | 729,91 | + 4,81 | + 6,86 | − 4,78 | + 4,4 | +10,2 | 5,79 | −1,30 | 794 | + 99 | 640 | 970 | 3,5 | 4 | NNE. 1 | 0,52 | 8,2 | − 2,3 | 147,5 |
| 6 | 724,70 | − 0,44 | + 7,75 | − 4,03 | + 5,1 | +11,0 | 5,64 | −1,52 | 728 | + 32 | 620 | 810 | ... | ... | NNE. 3 | 0,48 | .. | ..... | 145,0 |
| 7 | 723,15 | − 2,03 | + 8,47 | − 3,46 | + 6,0 | +12,4 | 5,15 | −2,08 | 643 | − 53 | 470 | 750 | 0,1 | ... | NNE. 3 | 0,70 | .. | ..... | 146,0 |
| 8 | 721,77 | − 3,45 | + 7,63 | − 4,44 | + 5,2 | + 9,6 | 5,84 | −1,46 | 761 | + 65 | 640 | 970 | 0,3 | 1 | NNE. 3 | 0,98 | 8,3 | − 2,6 | 148,0 |
| 9 | 724,02 | − 1,24 | + 8,13 | − 4,08 | + 7,2 | +10,8 | 6,37 | −1,00 | 806 | +109 | 710 | 850 | ... | ... | N. 2 | 0,96 | 8,6 | − 2,4 | 142,8 |
| 10 | 724,39 | − 0,92 | + 7,77 | − 4,59 | + 6,8 | + 9,8 | 6,09 | −1,36 | 790 | + 93 | 720 | 800 | ... | ... | NNE. 2 | 0,99 | 8,7 | − 2,4 | 139,8 |
| 11 | 723,67 | − 1,68 | + 7,90 | − 4,60 | + 6,3 | +10,9 | 6,10 | −1,42 | 781 | + 84 | 680 | 800 | ... | ... | NNE. 1 | 0,96 | 8,7 | − 2,5 | 138,8 |
| 12 | 724,10 | − 1,29 | + 6,71 | − 5,93 | + 5,9 | + 9,6 | 7,00 | −0,59 | 963 | +265 | 840 | 1000 | 7,3 | 7 | N. 1 | 1,00 | 8,6 | − 2,7 | 138,1 |
| 13 | 724,53 | − 0,91 | + 9,19 | − 3,59 | + 5,4 | +14,7 | 4,58 | −3,08 | 576 | −122 | 270 | 1000 | 0,1 | 1 | N. 2 | 0,64 | 9,2 | − 2,3 | 137,0 |
| 14 | 722,93 | − 2,55 | + 8,14 | − 4,78 | + 2,8 | +13,1 | 4,11 | −3,63 | 532 | −167 | 320 | 700 | ... | ... | NNE 3 | 0,06 | .. | ..... | 138,5 |
| 15 | 721,57 | − 3,96 | + 9,07 | − 4,00 | + 3,9 | +13,7 | 5,32 | −2,49 | 626 | − 73 | 410 | 740 | .. | ... | NNE. 1 | 0,72 | 9,0 | − 2,7 | 136,5 |
| 16 | 724,20 | − 1,37 | +11,58 | − 1,63 | + 4,6 | +16,9 | 5,92 | −1,96 | 600 | −100 | 400 | 830 | ... | ... | variable | 0,40 | 9,1 | − 2,7 | 134,7 |
| 17 | 724,67 | − 0,95 | +14,40 | + 1,05 | + 9,2 | +20,0 | 7,26 | −0,69 | 608 | − 92 | 420 | 850 | ... | ... | N. 1 | 0,39 | 9,6 | − 2,3 | 132,2 |
| 18 | 723,35 | − 2,31 | +14,57 | + 1,08 | +10,6 | +19,1 | 8,09 | +0,07 | 668 | − 32 | 510 | 840 | 5,8 | 3 | NNE. 1 | 0,46 | 9,7 | − 2,4 | 132,0 |
| 19 | 720,86 | − 4,85 | +13,14 | − 0,48 | +10,7 | +17,7 | 6,49 | −1,60 | 598 | −103 | 470 | 650 | ... | ... | NNE. 3 | 0,39 | 11,8 | − 0,4 | 136,0 |
| 20 | 727,83 | + 2,08 | +11,26 | − 2,50 | + 6,8 | +16,8 | 5,99 | −2,17 | 611 | − 90 | 450 | 680 | ... | ... | N. 1 | 0,09 | 10,7 | − 1,6 | 135,9 |
| 21 | 728,26 | + 2,46 | +13,47 | − 0,43 | + 7,2 | +18,7 | 6,45 | −1,78 | 586 | −116 | 400 | 840 | ... | ... | N. 1 | 0,03 | .. | ..... | 135,0 |
| 22 | 727,35 | + 1,51 | +16,52 | + 2,49 | + 6,9 | +23,2 | 6,86 | −1,44 | 518 | −184 | 320 | 810 | 3,6 | 4 | SO. 2 | 0,36 | 10,8 | − 1,7 | 137,1 |
| 23 | 728,09 | + 2,20 | +13,72 | − 0,45 | +10,8 | +17,7 | 6,90 | −1,47 | 621 | − 81 | 410 | 900 | 0,4 | 1 | SO. 2 | 0,76 | 9,5 | − 3,1 | 138,7 |
| 24 | 723,90 | − 2,03 | +12,90 | − 1,40 | + 9,2 | +17,2 | 7,05 | −1,39 | 661 | − 42 | 450 | 900 | 2,2 | 5 | SO. 2 | 0,87 | 9,5 | − 3,3 | 141,2 |
| 25 | 721,86 | − 4,12 | +10,58 | − 3,86 | + 8,4 | +15,0 | 7,36 | −1,15 | 795 | + 92 | 600 | 930 | 7,4 | 12 | SSO. 1 | 0,72 | 8,9 | − 4,0 | 142,5 |
| 26 | 722,05 | − 3,97 | + 9,78 | − 4,79 | + 7,0 | +15,0 | 7,12 | −1,46 | 801 | + 98 | 560 | 920 | 4,7 | 3 | variable | 0,76 | 9,2 | − 3,8 | 144,8 |
| 27 | 725,81 | − 0,26 | +10,41 | − 4,29 | + 7,0 | +15,0 | 7,07 | −1,58 | 763 | + 59 | 580 | 860 | 0,6 | 1 | OSO. 2 | 0,94 | 8,6 | − 4,5 | 144,6 |
| 28 | 730,17 | + 4,06 | +12,65 | − 2,18 | + 9,1 | +17,6 | 7,97 | −0,75 | 743 | + 39 | 560 | 950 | 1,0 | 6 | N. 1 | 0,47 | .. | ..... | 145,0 |
| 29 | 731,97 | + 5,81 | +13,78 | − 1,18 | + 6,2 | +19,1 | 7,13 | −1,66 | 618 | − 86 | 400 | 850 | ... | ... | N. 1 | 0,03 | 10,2 | − 3,2 | 143,9 |
| 30 | 730,49 | + 4,29 | +15,56 | + 0,47 | + 8,2 | +20,9 | 8,72 | −0,13 | 665 | − 39 | 500 | 860 | ... | ... | N. 1 | 0,07 | 11,1 | − 2,4 | 144,5 |
| 31 | 727,70 | + 1,45 | +19,70 | + 4,49 | +12,4 | +26,0 | 7,81 | −1,11 | 487 | −217 | 300 | 710 | ... | ... | SO. 2 | 0,06 | 12,7 | − 0,9 | 144,2 |

# MOYENNES DU MOIS DE MAI 1876.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Baromètre.** | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 725,57 | 725,73 | 725,75 | 725,63 | 725,38 | 725,18 | 725,43 | 725,79 | 725,87 |
| 2e » | 724,34 | 724,40 | 724,21 | 723,90 | 723,40 | 723,00 | 722,99 | 723,45 | 722,02 |
| 3e » | 727,45 | 727,61 | 727,56 | 727,18 | 726,74 | 726,41 | 726 33 | 726,51 | 727,02 |
| Mois | 725,84 | 725,97 | 725,89 | 725,62 | 725,23 | 724,92 | 724,96 | 725,29 | 725,68 |
| | | | | | **Température.** | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 6,58 | + 7,67 | + 9,10 | + 9,71 | + 9,91 | + 9,63 | + 9,15 | + 8,25 | + 7,53 |
| 2e » | + 7,72 | + 9,03 | +10,78 | +12,51 | +13,94 | +14,30 | +13,23 | +11,69 | +10,53 |
| 3e » | +10,39 | +12,51 | +14,54 | +16,35 | +17,23 | +17,35 | +16,41 | +14,29 | +12,22 |
| Mois | + 8,39 | + 9,83 | +11,57 | +12,97 | +13,81 | +13,88 | +13,04 | +11,56 | +10,16 |
| | | | | | **Tension de la vapeur.** | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 5,86 | 5,87 | 5,87 | 5,72 | 6,04 | 6,08 | 5,94 | 5,73 | 5,84 |
| 2e » | 6,34 | 5,96 | 5,99 | 5,95 | 5,86 | 5,92 | 6,11 | 6,52 | 6,39 |
| 3e » | 7,58 | 7,58 | 7,21 | 6,81 | 7,21 | 7,12 | 7,25 | 7,50 | 7,81 |
| Mois | 6,62 | 6,51 | 6,39 | 6,18 | 6,40 | 6,40 | 6,46 | 6,61 | 6,72 |
| | | | | | **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | |
| 1re décade | 806 | 754 | 686 | 639 | 651 | 669 | 674 | 704 | 753 |
| 2e » | 794 | 699 | 617 | 555 | 499 | 499 | 544 | 636 | 670 |
| 3e » | 806 | 711 | 602 | 504 | 512 | 498 | 535 | 631 | 747 |
| Mois | 802 | 721 | 634 | 564 | 553 | 554 | 583 | 656 | 724 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | 0 | mm | cm |
| 1re décade | + 5,75 | +11,22 | 0,79 | + 8,30 | 7,4 | 145,8 |
| 2e » | + 6,52 | +15,25 | 0,51 | + 9,60 | 13,2 | 136,0 |
| 3e » | + 8,40 | +18,67 | 0,46 | +10,06 | 19,9 | 142,0 |
| Mois | + 6,94 | +15,16 | 0,58 | + 9,36 | 40,5 | 141,3 |

Dans ce mois, l'air a été calme 0,72 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,39 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 3°,79 E., et son intensité est égale à 66,86 sur 100.

# TABLEAU
DES
# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
## FAITES AU SAINT-BERNARD
pendant
## LE MOIS DE MAI 1876.

---

Le 1er brouillard et neige l'après-midi et le soir.
2, neige dans la nuit.
4, brouillard et neige depuis midi.
5, brouillard et neige presque tout le jour; forte bise le matin.
7, clair le matin, brouillard le soir.
8, brouillard et neige tout le jour, avec une forte bise.
9 et 10, brouillard épais tout le jour.
11, brouillard le soir.
12, brouillard et neige tout le jour.
13, id. id.
19, brouillard le matin et jusqu'à 2 h. après midi.
23, neige dans la nuit du 22 au 23, brouillard le soir.
24, fort vent du SO. au milieu de la journée; il commence à neiger le soir.
25, neige le matin et le soir.
26, neige et brouillard le soir.
27, brouillard une partie de la journée.
28, brouillard le matin, forte bise.
29-31, ciel très-clair.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| | | Le 1er à 8 h. soir | 558,18 |
| Le 4 à 8 h. soir | 565,56 | | |
| | | 8 à 6 h. matin | 558,94 |
| 9 à 10 h. soir | 561,44 | | |
| | | 12 à 8 h. matin | 559,72 |
| 12 à 10 h. soir | 561,13 | | |
| | | 15 à 6 h. matin | 557,98 |
| 17 à 4 h. après midi | 564,42 | | |
| | | 19 à 4 h. après midi | 560,92 |
| 21 à 10 h. soir | 567,07 | | |
| | | 26 à 8 h. matin | 558,22 |
| 30 à 10 h. matin | 570,76 | | |
| | | 31 à 6 h. soir | 568,26 |

# SAINT-BERNARD. — MAI 1876.

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures. | Écart avec la hauteur normale. | Minimum. | Maximum. | Température C. Moyenne des 24 heures. | Écart avec la température normale. | Minimum* | Maximum* | Pluie ou neige. Hauteur de la neige. | Eau tombée dans les 24 h. | Nombre d'heures. | Vent dominant. | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | ° | ° | ° | ° | millim. | millim | | | |
| 1 | 558,87 | — 3,85 | 558,18 | 559,58 | — 3,77 | — 2,34 | — 6,8 | 0,0 | ...50 | 4,2 | .... | NE. 1 | 0,72 |
| 2 | 560,46 | — 2,66 | 559,47 | 560,77 | — 2,68 | — 1,40 | — 5,4 | + 2,2 | ..100 | 8,2 | .... | SO. 1 | 0,41 |
| 3 | 562,12 | — 0,80 | 561,12 | 563,87 | — 5,22 | — 4,08 | — 8,0 | — 2,0 | .... | ..... | .... | SO. 1 | 0,16 |
| 4 | 565,04 | + 2,02 | 564,22 | 565,56 | — 3,86 | — 2,86 | — 5,8 | + 1,4 | ...80 | 6,2 | .... | NE. 1 | 0,92 |
| 5 | 563,67 | + 0,56 | 563,25 | 564,38 | — 4,43 | — 3,57 | — 4,0 | — 1,4 | ..100 | 7,4 | .... | NE. 2 | 0,97 |
| 6 | 560,94 | — 2,26 | 560,51 | 561,78 | — 3,03 | — 2,31 | — 8,7 | + 3,5 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,09 |
| 7 | 559,38 | — 3,92 | 559,00 | 559,90 | — 1,22 | — 0,64 | — 6,5 | + 4,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,49 |
| 8 | 559,63 | — 3,77 | 558,94 | 559,94 | — 4,19 | — 3,75 | — 5,3 | — 2,4 | ..110 | 7,5 | .... | NE. 2 | 1,00 |
| 9 | 560,61 | — 2,89 | 559,84 | 561,44 | — 2,20 | — 1,90 | — 3,4 | 0,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 1,00 |
| 10 | 560,49 | — 3,11 | 560,33 | 560,95 | + 0,34 | + 0,50 | — 1,9 | + 6,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 1,00 |
| 11 | 560,04 | — 3,65 | 559,92 | 560,46 | — 0,35 | — 0,33 | — 2,0 | + 3,5 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,51 |
| 12 | 560,35 | — 3,44 | 559,72 | 561,13 | — 0,10 | — 0,22 | — 4,3 | + 5,2 | ..100 | 8,0 | .... | NE. 1 | 0,96 |
| 13 | 559,62 | — 4,27 | 559,26 | 560,28 | — 3,95 | — 4,21 | — 8,0 | + 5,0 | ..150 | 10,3 | .... | NE. 1 | 0,98 |
| 14 | 558,60 | — 5,39 | 558,44 | 558,94 | — 5,74 | — 6,14 | —10,5 | — 1,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,19 |
| 15 | 559,04 | — 5,05 | 557,98 | 560,36 | — 1,11 | — 1,64 | — 5,2 | + 2,7 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,78 |
| 16 | 562,48 | — 1,70 | 560,56 | 563,42 | + 1,64 | + 0,98 | — 3,4 | + 8,6 | .... | ..... | .... | NE. 1 | 0,21 |
| 17 | 564,09 | — 0,19 | 563,92 | 564,42 | + 1,70 | + 0,90 | — 1,5 | + 5,3 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,24 |
| 18 | 563,81 | — 0,57 | 563,32 | 564,34 | + 0,81 | — 0,12 | — 1,2 | + 4,0 | ..... | .... | .... | NE. 1 | 0,68 |
| 19 | 561,28 | — 3,20 | 560,92 | 561,89 | + 0,65 | — 0,41 | — 0,5 | + 4,5 | ..... | ..... | .... | variable | 0,87 |
| 20 | 565,30 | + 0,73 | 563,44 | 566,39 | + 1,53 | + 0,34 | — 1,8 | + 6,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,14 |
| 21 | 566,63 | + 1,97 | 565,98 | 567,07 | + 1,64 | + 0,32 | — 1,8 | + 5,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,19 |
| 22 | 566,60 | + 1,84 | 566,44 | 566,86 | + 2,14 | + 0,69 | — 1,2 | + 7,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,19 |
| 23 | 564,78 | — 0,98 | 564,51 | 565,13 | + 1,03 | — 0,55 | — 1,8 | + 6,2 | ..100 | 7,9 | .... | NE. 1 | 0,69 |
| 24 | 561,97 | — 2,98 | 561,51 | 562,86 | — 2,05 | — 3,76 | — 4,0 | + 1,4 | ..... | ..... | .... | SO. 2 | 0,63 |
| 25 | 559,15 | — 5,89 | 558,70 | 559,68 | — 1,66 | — 3,49 | — 3,4 | + 1,6 | ..140 | 10,6 | .... | NE. 1 | 0,81 |
| 26 | 558,69 | — 6,44 | 558,22 | 559,94 | — 2,41 | — 4,36 | — 6,5 | + 5,4 | ...50 | 4,0 | .... | NE. 1 | 0,70 |
| 27 | 561,67 | — 3,56 | 559,67 | 563,25 | — 3,61 | — 5,68 | — 6,2 | — 0,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,80 |
| 28 | 566,70 | + 1,38 | 564,45 | 568,44 | — 0,32 | — 2,51 | — 4,0 | + 3,8 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,44 |
| 29 | 569,90 | + 4,49 | 568,74 | 570,74 | + 1,56 | — 0,75 | — 0,2 | + 5,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,00 |
| 30 | 570,46 | + 4,96 | 570,11 | 570,76 | + 5,22 | + 2,79 | + 1,2 | +11,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,01 |
| 31 | 568,56 | + 2,97 | 568,26 | 569,21 | + 5,44 | + 2,89 | + 1,5 | +10,8 | ..... | ..... | .... | variable | 0,09 |

Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS DE MAI 1876.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 560,95 | 561,08 | 561,10 | 561,18 | 561,13 | 561,13 | 561,22 | 561,36 | 561,34 |
| 2e » | 561,06 | 561,17 | 561,37 | 561,51 | 561,61 | 561,64 | 561,66 | 561,84 | 561,93 |
| 3e » | 564,61 | 564,83 | 564,99 | 565,10 | 565,11 | 565,16 | 565,16 | 565,31 | 565,48 |
| Mois | 562,28 | 562,44 | 562,57 | 562,68 | 562,70 | 562,72 | 562,76 | 562,92 | 563,00 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | — 5,35 | — 2,92 | — 1,61 | — 0,41 | + 0,68 | — 0 25 | — 2,12 | — 3,71 | — 4,02 |
| 2e » | — 3,64 | — 1,63 | + 1,43 | + 2,49 | + 3,38 | + 2,86 | + 1,18 | — 1,08 | — 1,83 |
| 3e » | — 2,20 | — 0,44 | + 2,33 | + 4,64 | + 4,04 | + 3,58 | + 2,21 | — 0,15 | — 0,78 |
| Mois | — 3,68 | — 1,64 | + 0,77 | + 2,32 | + 2,74 | + 2,11 | + 0,48 | — 1,60 | — 2,16 |

| | Min. observé.* | Max. observé | Clarté moyenne du ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | — 5,58 | + 1,23 | 0,68 | 33,5 | 440 |
| 2e » | — 3,84 | + 4,36 | 0,56 | 18,3 | 250 |
| 3e » | — 2,40 | + 5,33 | 0,41 | 22,5 | 290 |
| Mois | — 3,89 | + 3,69 | 0,54 | 74,3 | 980 |

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,64 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 69,2 sur 100.

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

# KÉRATITE NÉVROPARALYTIQUE

PAR

**M. le docteur C. DECKER**
Premier assistant de la clinique ophthalmologique de Berne.

---

(Suite [1].)

Nous pouvons maintenant essayer d'aborder le problème difficile des causes de la kératite névroparalytique, espérant que les résultats de nos recherches contribueront en quelque façon à l'éclaircissement d'une question qui a suscité tant de controverses.

Dans nos expériences, nous nous sommes en premier lieu efforcé de déterminer laquelle des deux principales théories mentionnées plus haut était le mieux en rapport avec les faits observés.

Ces altérations de courbure de la cornée (voyez page 148), qui suivent de si près la lésion du nerf, furent pour nous un indice de l'insuffisance de la théorie traumatique défendue par Snellen, car il est évident que ce phénomène ne peut être le résultat de violences extérieures, puisque l'animal, alors que les dépressions existaient déjà en grand nombre, était encore maintenu dans l'impossibilité de faire des mouvements. Mais il fallait démontrer

[1] Voy. *Archives*, juin 1876, p. 107.

que la kératite elle-même pouvait se produire indépendamment de l'action des traumatismes. Dans ce but, nous avons, comme l'avait déjà fait Meissner, fixé l'animal opéré sur une table nue pendant un temps suffisant. Dans ces circonstances, nous vîmes les troubles caractéristiques de la cornée apparaître de même que si l'animal eût été replacé de suite après l'opération dans ses conditions habituelles d'existence.

Dans une seconde série d'expériences nous avons obtenu des résultats dans le même sens que les précédents et qui sont en désaccord complet avec ceux annoncés par Senftleben (l. c. p. 82). Nous nous sommes procuré une capsule faite d'un treillis métallique que nous avons solidement fixée au moyen de sutures au-devant de l'œil opéré. Nous nous sommes convaincu que l'emploi de cet appareil protecteur ne suffit nullement à empêcher le développement des altérations oculaires. Nous avons répété plusieurs fois cette expérience qui nous a toujours conduit aux mêmes résultats. Dans un seul cas la kératite se manifesta d'une manière très-peu intense. Mais nous remarquâmes que la fixation de l'appareil était vicieuse, en ce sens que, par son poids, la capsule avait abaissé la paupière supérieure qui s'était collée avec l'inférieure, de sorte que la cornée était complètement à couvert. Pensant que le résultat négatif dans ce cas était dû à l'application défectueuse de l'appareil, nous enlevâmes ce dernier et le remplaçâmes de façon à éviter cette chute de la paupière supérieure. Cette fois l'opacité de la cornée ne manqua pas de se produire avec son caractère ordinaire. Nous ferons remarquer que dans toutes ces expériences nous avons employé une capsule assez grande pour que, dans les déplacements maximum qu'on pouvait lui faire subir

en mobilisant les téguments très-peu adhérents sur lesquels elle était fixée, elle ne vint pas à toucher la cornée dans la partie qui restait à découvert entre les paupières.

Des résultats obtenus dans ces deux séries d'expériences, il ressort ce fait important que l'affection de l'œil consécutive à la section de la cinquième paire peut se développer indépendamment de l'action de violences, de blessures qui atteindraient plus facilement l'organe de la vision privé de sa sensibilité et partant du mécanisme réflexe qui doit le mettre à l'abri de l'influence pernicieuse de ces causes de désorganisation.

Mais, pour être au clair sur la part qui revient aux agents extérieurs dans la pathogénèse de l'affection qui nous occupe, il fallait encore examiner si l'action des poussières atmosphériques et la dessiccation de la surface antérieure de l'œil pouvaient avoir comme conséquence des troubles de nutrition aussi graves que ceux observés dans l'ophthalmie névroparalytique.

Dans ce but, nous avons fait les expériences suivantes :

Chez un lapin les paupières furent renversées et fixées dans cette position au moyen de sutures. La cornée conserva sa transparence normale jusqu'au huitième jour. A partir de ce moment, le centre de la partie découverte présenta un trouble léger qui s'accrut un peu les jours suivants. Au douzième jour, l'épithélium avait disparu au niveau de l'opacité. Le microscope montra que cette dernière était le résultat d'une accumulation considérable de corpuscules de pus. Dans les parties périphériques de la cornée on pouvait aussi constater la présence de leucocytes, mais en beaucoup moins grand nombre. Ce qu'il y a de remarquable dans cette affection de la cornée, c'est

son apparition très-tardive (huitième jour), puis la nature des lésions anatomiques, consistant dans la formation d'un abcès au niveau de l'endroit exposé à l'action de l'air. Nous voyons d'après cela qu'il y a une différence considérable entre cette kératite et celle qui se manifeste après la section du trijumeau.

L'excision des paupières nous fournit le même résultat que précédemment, avec cette différence cependant que l'opacité de la cornée apparut encore plus tardivement.

Après la section du facial, nous vîmes la cornée rester normale jusqu'au douzième jour. A partir de ce moment l'observation fut troublée par l'apparition d'un violent catarrhe nasal avec conjonctivite consécutive des deux côtés.

L'excision de la glande lacrymale nous donna un résultat négatif (et en cela nous sommes d'accord avec Snellen et Winther).

Snellen (l. c.) rapporte qu'après la section du facial, du sympathique et l'excision de la glande lacrymale, pratiquées du même côté et en même temps, la cornée conserva son état normal pendant douze jours.

Dans aucune des expériences de cette série nous n'avons pu constater ces dépressions de la cornée qui se manifestent d'une manière si constante après la lésion du trijumeau.

Tous ces faits nous montrent que l'action prolongée des poussières sur l'œil, ainsi qu'un état permanent de sécheresse de la surface antérieure de la cornée, sont capables de produire des troubles de nutrition dans cette dernière; mais ils nous montrent en même temps que l'action de ces causes est loin d'être assez puissante pour

expliquer la prompte apparition, l'intensité et la nature (nécrose) de la kératite névroparalytique.

Toutefois nous croyons que ce serait aller contre l'expérience que de nier toute participation des agents extérieurs au développement de l'affection qui nous occupe. En effet, il n'est point difficile de se convaincre que la cornée, lorsque l'œil est suffisamment bien protégé, conserve son état normal, aussi longtemps que dure l'application de l'appareil protecteur. Tous les auteurs sont d'accord sur ce point. Il résulte de ce fait que l'intervention des agents extérieurs est une condition nécessaire au développement de la kératite névroparalytique ; *elle détermine l'apparition de cette dernière ;* mais, d'un autre côté, nous devons dire que l'action de cet ensemble de causes de désorganisation ne suffit point à produire des troubles pathologiques considérables dans un œil qui jouit de son innervation normale ; d'où il suit que la suppression de l'influx nerveux dans l'œil, c'est-à-dire la section de la branche ophthalmique de la cinquième paire, place cet organe dans un état qui le rend apte à s'enflammer violemment sous l'influence d'irritants qui sont à peine en état, dans les circonstances normales de l'innervation, d'apporter un trouble insignifiant dans la nutrition de la cornée.

En résumé, nous nous représentons la kératite névroparalytique comme étant l'effet de deux ordres de causes.

1° *Une cause prédisposante* qui serait représentée par le trouble de l'innervation oculaire.

2° *Des causes déterminantes* qui seraient les agents extérieurs : traumatismes, poussières, dessication de la cornée, etc.

Pour mettre encore mieux en lumière la nécessité de l'action combinée de ces deux ordres de causes dans la production des troubles de la cornée qui font l'objet de nos recherches, nous voulons rapporter l'observation d'un cas de division partielle du trijumeau, qui malheureusement ne peut point facilement être reproduite à la volonté de l'expérimentateur :

Après un essai de section, l'œil du côté correspondant présente les symptômes qui attestent de la réussite de l'opération : l'anesthésie semble complète, la pupille est très-fortement rétrécie. Les dépressions de la cornée apparaissent avec leur caractère ordinaire. La capsule en treillis métallique est appliquée au-devant de l'œil de façon à ce que les paupières restent largement ouvertes. Au bout de 24 heures, la cornée présentait une opacité légère qui avait son siége dans une zone transversale limitée inférieurement par le bord de la paupière inférieure, supérieurement par une ligne horizontale passant un peu au-dessous du méridien de la cornée. Nous n'avions encore jamais vu l'opacité se localiser de cette façon. Nous observâmes l'animal avec soin, pensant que l'altération finirait par s'étendre à toute la portion de la cornée comprise dans l'espace interpalpébral. Il n'en fut rien cependant. Les jours suivants, l'opacité resta exactement circonscrite à l'endroit où elle s'était manifestée d'abord; le seul changement consista dans une augmentation notable d'intensité, si bien qu'à la fin du quatrième jour on ne pouvait plus apercevoir l'iris à travers la partie affectée. Surpris au plus haut point par ce résultat inattendu, nous enlevâmes la capsule afin de pouvoir examiner l'œil de plus près.

La moitié supérieure de la cornée était normale; la

moitié inférieure, sauf la portion recouverte par la paupière, avait perdu toute transparence. Comme explication de ce fait singulier nous trouvâmes que la sensibilité de la moitié inférieure de la cornée et de la conjonctive était complétement abolie ; aucune irritation n'était en état d'y provoquer une action réflexe. Au contraire, l'attouchement de la moitié supérieure était suivi de mouvements réflexes des paupières très-nets, quoique moins énergiques que sur l'œil sain. On pouvait conclure de là que la sensibilité, quoique diminuée dans la moitié supérieure de la cornée, était encore conservée, tandis que dans la moitié inférieure elle était complétement suspendue. L'état des choses ne changea pas les jours suivants. L'animal fut alors mis à mort. L'autopsie du crâne nous donna, concernant la lésion du trijumeau, des résultats intéressants que nous utiliserons plus loin.

Cette observation nous montre que dans une même cornée dont tous les points sont soumis aux mêmes influences nuisibles, et cela pendant le même temps, une portion plus ou moins étendue peut être le siége d'altérations pathologiques, tandis que le reste conserve l'état normal. En rapport avec cet état différent de la nutrition, nous trouvons que dans les parties saines l'innervation est intacte ou presque intacte, tandis que dans les parties affectées elle est suspendue. Dans l'observation que nous venons de rapporter, les deux moitiés de la cornée sont comparables à deux yeux exposés tous deux aux influences atmosphériques, mais dont l'un seulement deviendrait le siége d'une ophthalmie névroparalytique comme conséquence de la section du trijumeau du côté correspondant, tandis que l'autre, dont l'innervation n'aurait nul-

lement souffert, ne présenterait aucun trouble inflammatoire.

Nous aurions ainsi fait la part des causes déterminantes et de la cause prédisposante de l'affection qui nous occupe : ce qui dispose l'œil à l'inflammation, ce qui diminue sa résistance contre les causes de désorganisation, c'est la lésion de la cinquième paire. Il ne nous reste plus maintenant :

1° Qu'à démontrer directement cette vulnérabilité plus grande de la cornée résultant de la section de fibres nerveuses qui s'y rendent.

2° Qu'à rechercher dans lequel de ses modes l'innervation doit être suspendue pour que les altérations caractéristiques de l'œil se développent.

*Premier point.* Pour mettre en lumière cette diminution de résistance de l'œil vis-à-vis des agents de désorganisation, nous avons entrepris les expériences suivantes :

Après la section du trijumeau effectuée d'un côté seulement, nous fixâmes contre chacune des cornées un petit morceau de bois, d'égale dimension pour les deux yeux. Puis les paupières de chaque côté furent maintenues fermées au moyen d'un nombre suffisant de sutures. Lorsque nous eûmes terminé cette petite opération, nous remarquâmes que, tandis que du côté où le trijumeau avait été divisé les paupières restaient flasques, sans réaction, l'orbiculaire palpébral de l'autre côté était pris de crampes violentes, spasmodiques. Ce blépharospasme provoqué par la présence du corps étranger revenait à chaque instant et même l'animal essayait avec ses pattes de se débarrasser du corps irritant qui l'incommodait ; mais

comme cette dernière manœuvre ne faisait qu'augmenter l'irritation par le frottement encore plus considérable du morceau de bois contre la cornée, il arrivait que des contractions réflexes de l'orbiculaire encore plus fréquentes et plus énergiques succédaient à ces tentatives infructueuses de délivrance. Il est clair que dans ces circonstances le traumatisme résultant de la présence du corps étranger était beaucoup plus considérable du côté où le trijumeau était intact.

Au bout de 48 heures, l'examen donna les résultats suivants :

Du côté où l'innervation n'avait pas été troublée, il existait sur la cornée une opacité circonscrite, à contours nettement marqués, et répondant par ses dimensions à l'étendue de la surface de contact du corps étranger. Sauf en cet endroit la transparence de la cornée ne paraissait pas altérée.

De l'autre côté, l'opacité n'était pas plus intense, mais elle était beaucoup plus diffuse : elle occupait toute la moitié supérieure de la cornée et s'étendait en s'effaçant de plus en plus sur la moitié inférieure dont les parties périphériques étaient restées transparentes.

Il nous semble que la diminution de résistance de l'œil produite par la section du nerf ressort clairement des résultats de cette expérience. En effet, ainsi que nous l'avons fait remarquer il y a un instant, le traumatisme résultant de l'action du corps étranger fut beaucoup moins considérable pour l'œil privé de son innervation que pour l'autre œil ; et pourtant nous voyons que du côté où le trijumeau avait été sectionné, l'opacité de la cornée avait une extension beaucoup plus considérable que de l'autre côté.

Même si l'intensité de l'altération de transparence au niveau du point d'application du morceau de bois s'était montrée la même pour les deux cornées, il aurait fallu en conclure à une diminution de résistance de l'œil du côté opéré; car de ce côté le corps étranger était à peine maintenu contre la cornée par les paupières, tandis que de l'autre il était fortement appliqué contre la surface antérieure du globe par le spasme de l'orbiculaire palpébral et les tentatives faites pour l'enlever.

Nous ajouterons que, pour éviter toute cause d'erreur dans l'observation, nous avions fixé une capsule sur l'œil du côté où le trijumeau avait été divisé, afin d'empêcher que cet organe rendu insensible n'allât butter contre les objets environnants.

Chez un autre lapin, chez lequel la section du trijumeau n'avait de même été effectuée que d'un seul côté, nous employâmes comme irritant, au lieu du morceau de bois fixé sous les paupières, un crayon pointu de nitrate d'argent, au moyen duquel nous pratiquâmes une cautérisation de même étendue et de même intensité sur les deux cornées. Le résultat fut le même que dans la précédente expérience. La kératite du côté où la cinquième paire avait été divisée fut beaucoup plus étendue que de l'autre. Il se développa même des phénomènes d'iritis avec exsudation floconneuse dans la chambre antérieure. Il va sans dire que les deux yeux d'abord après la cautérisation furent placés dans les mêmes conditions (suture des paupières des deux côtés et application de la capsule métallique au-devant de l'œil anesthésié).

Contrairement à l'opinion de Senftleben, nous croyons donc pouvoir conclure de nos expériences que la section de la cinquième paire a pour conséquence de diminuer

la force de résistance que l'œil est en état d'opposer aux causes de désorganisation qui tendent à altérer sa structure normale.

*Second point.* Ce qui nous reste à dire concernant la cause de cette diminution de résistance de l'œil, constitue certainement la partie la plus difficile de la tâche que nous nous sommes proposée.

A priori, il semble déjà évident que cette vulnérabilité plus grande de l'organe de la vision ne peut être le résultat de l'altération de la sensibilité. En effet, cette dernière ne peut guère avoir d'autre conséquence que de favoriser l'action des causes déterminantes (influences atmosphériques, traumatismes), par la perversion du mécanisme réflexe qui a pour but de protéger l'œil. — Il ne manque pas de faits dans la science pour démontrer la justesse de cette déduction théorique. Büttner, Meissner, Schiff, Merkel rapportent des observations dans lesquelles l'œil présenta les troubles caractéristiques de la kératite névroparalytique, alors même que la sensibilité était restée intacte; tandis que dans d'autres cas relatés par les mêmes auteurs, malgré une anesthésie complète, la cornée ne fut le siége d'aucune altération, quoique l'œil n'eût pas été protégé.

Dans nos expériences nous trouvons plusieurs faits de ce genre que nous rapporterons plus loin.

Nous ferons remarquer en passant que la possibilité d'une anesthésie complète sans kératite névroparalytique est encore un argument de plus contre la théorie traumatique de Snellen, renouvelée par Senftleben; il est vrai que ce dernier auteur donne une explication aussi facile que peu acceptable de ces résultats en désaccord

avec les siens, en les rejetant tout simplement sur le compte du hasard.

Après avoir éliminé l'intervention des fibres sensibles dans la production de cet affaiblissement de la résistance de l'œil à la suite de la section du trijumeau, il n'y a plus que deux possibilités : Ou bien cette vulnérabilité plus grande de l'organe visuel dépend de la lésion de nerfs vaso-moteurs, ou bien elle est la conséquence de troubles dans le domaine de cette espèce de nerfs que l'on a appelés trophiques, dont l'existence a soulevé tant de discussions et qui ont été l'objet, dans ces dernières années surtout, de tant de mépris de la part de ceux qui n'ont pu les démontrer anatomiquement.

Les auteurs que nous avons cités plus haut, notamment Büttner et Meissner, ont trouvé que les fibres dont la lésion est nécessaire pour que la kératite névroparalytique se développe, forment un petit faisceau situé au côté interne du tronc des deux premières branches de la cinquième paire. Aussi longtemps que le névrotôme ne porte pas sur cette partie, il peut dilacérer tout le reste du nerf sans qu'après une pareille opération on voie se manifester le moindre trouble du côté de l'œil.

Les observations que nous allons rapporter nous ont conduit aux mêmes résultats :

1° Essai de section du trijumeau sur un lapin adulte. D'abord après l'opération, les dépressions de la surface épithéliale apparaissent en assez grand nombre. L'action réflexe des paupières est complétement suspendue. Trois heures plus tard, la sensibilité a reparu, mais est considérablement diminuée : c'est à peine si, à la suite d'un attouchement répété de la cornée, on observe de légères

contractions de l'orbiculaire palpébral. A ce moment la cornée est encore parfaitement normale ; il ne reste plus aucune trace des dépressions du début. Les cinq jours suivants, même état de la sensibilité. La cornée ne présente au bout de ce temps aucune altération. L'animal fut tué. — L'autopsie montra que la moitié externe du trijumeau, en avant du ganglion sémi-lunaire, avait été complétement divisée ; les fibres situées un peu plus en dedans étaient rouges, tandis que celles du bord interne avaient leur aspect normal et étaient encore recouvertes par la dure-mère qui n'avait pas été lésée en ce point (fig. IV).

Fig. IV.

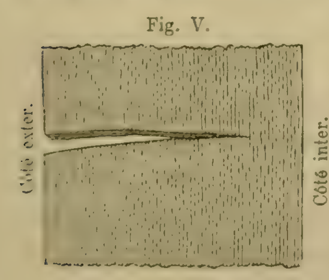
Côté externe. Côté interne.

Schema.

Le pointillé marque l'étendue de la zone des fibres plus rouges qu'à l'état normal.

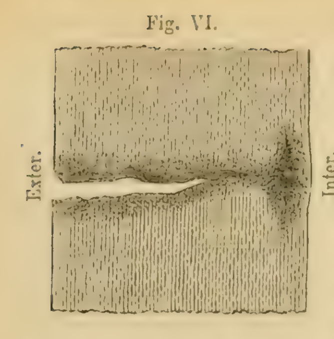
2° Après une tentative de section, la sensibilité est presque complétement abolie ; elle est encore plus diminuée que dans l'observation précédente. Au bout de trois jours l'anesthésie ne s'était pas améliorée ; la cornée est restée normale pendant tout ce temps. L'autopsie montra une section des trois quarts externes du nerf, le quart interne paraissant intact (fig. V). Dans ce cas le trait de section était remarquablement net.

Fig. V.




3° Dans le cas d'hémianesthésie de la cornée que nous avons rapporté plus haut, la division du trijumeau avait

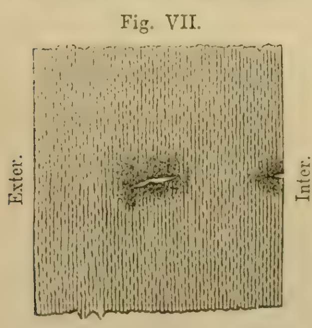
Fig. VI.




été effectuée de la manière suivante : Section complète des trois quarts externes. Les fibres restantes formaient deux cordons d'égale dimension, séparés l'un de l'autre par un extravasat sanguin fusiforme. Le cordon externe était rougi et semblait notablement altéré. De même le bord externe du cordon interne semblait infiltré de sang (fig. VI).

4° Essai de section sur un lapin albinos. Après l'opération, symptômes de la division partielle. L'action réflexe des paupières, quoique diminuée, n'est pas complétement suspendue. Huit heures plus tard la sensibilité n'est plus que très-peu altérée, moins altérée que dans l'observation n° 1. Il se développe une kératite à partir de la 15me heure. Les jours suivants, même état de la sensibilité. L'opacité de la cornée a crû en intensité, mais pourtant pas dans les proportions ordinaires : l'affection a une marche plus bénigne que dans les cas de section complète. Au cinquième jour l'animal meurt. L'autopsie montra que le nerf avait été touché à deux endroits ; il existait une petite solution de continuité au bord interne; une seconde solution de continuité était visible au niveau de la partie moyenne du tronc nerveux (fig. VII).

Fig. VII.



Les cas que nous venons de rapporter nous rendent très-compréhensible la marche de la kératite dans l'observation suivante :

3° Après l'opération, on constate que la sensibilité de la cornée et de la conjonctive est complétement abolie. Au bout du laps de temps voulu, la kératite apparaît. Jusqu'à la fin du second jour elle suit la marche que nous lui avons toujours vue. A partir de ce moment l'altération ne fait plus de progrès; en même temps, on constate que la sensibilité a reparu, mais qu'elle est encore très-obtuse; les jours suivants, l'action réflexe des paupières, lors de l'attouchement de l'œil, est de plus en plus marquée; la kératite tend vers la guérison : l'opacité se dissipe visiblement. Le sixième jour après l'opération, l'animal est tué. L'autopsie fournit les résultats suivants : il n'y avait qu'une petite partie du trijumeau au côté externe qui fût divisée; mais on voyait sur la portion non sectionnée une dépression transversale, allant jusqu'au bord interne. Dans toute l'étendue de cette dépression le nerf était fortement hypérémié (fig. VIII).

Fig. VIII.

Exter. Inter.

Dans ce cas, la partie non divisée du nerf a été contusionnée à un degré tel que la conduction nerveuse fut suspendue dans cette portion de la cinquième paire pendant deux jours entiers. Au bout de ce temps, les fibres nerveuses de ce segment interne, s'étant remises en quelque façon de l'insultus qui les avait atteintes, ont repris de

nouveau leurs fonctions; comme conséquence de ce fait, nous constatons du côté de l'œil une réparation graduelle des troubles de la sensibilité et de la nutrition qui s'étaient manifestés au début.

Dans aucune des observations que nous venons de citer, la lésion ne fut exactement limitée soit aux fibres sensibles, soit à celles qui interviennent directement dans la production des troubles oculaires. Dans tous ces cas la sensibilité fut altérée, aussi bien dans ceux où la kératite se développa que dans ceux où l'œil ne s'enflamma point. La difficulté de faire porter le névrotôme exclusivement sur l'une ou sur l'autre de ces deux espèces de fibres nerveuses dépasse tout calcul. Meissner rapporte pourtant deux cas de ce genre. Dans l'un, le nerf fut divisé en entier, sauf un très-petit cordon interne; la sensibilité fut complétement suspendue, mais il ne se manifesta pas trace de kératite névroparalytique. Dans l'autre cas, le nerf resta intact, sauf le petit cordon interne qui avait été épargné dans l'observation précédente: la sensibilité ne subit aucune diminution, mais la kératite se manifesta dans toute son intensité.

En se basant sur ces faits, nous pensons qu'il est pleinement justifié d'admettre que les fibres dont la lésion est absolument nécessaire pour que la kératite se produise forment un petit cordon situé au côté interne du tronc des deux premières branches du trijumeau. Quant au volume exact de ce cordon, nous nous abstiendrons d'en rien dire, nos expériences ne nous ayant rien appris de positif à ce sujet.

Maintenant que nous avons déterminé la position anatomique de ces fibres par rapport aux autres éléments du tronc nerveux, nous pouvons aborder la question de sa-

voir si les fibres nerveuses contenues dans ce cordon interne et dont l'activité fonctionnelle est en relation avec la nutrition de l'œil, sont des nerfs vaso-moteurs ou des nerfs trophiques.

Convaincu du fait que, pour résoudre le problème difficile que nous venons de nous poser, nous ne pouvons nous appuyer sur des données à l'abri de toute objection, peut-être n'eussions-nous pas pénétré plus avant dans cette discussion, si nous n'étions persuadé qu'il importe avant tout de faire entrevoir l'insuffisance d'une théorie qui a joui et qui jouit encore d'un crédit, à notre avis, peu justifié.

Personne n'ignore le rôle prépondérant que l'on a fait jouer aux vaso-moteurs dans la production d'un grand nombre de phénomènes pathologiques. Sans vouloir nier la part qui peut revenir à cette espèce de nerfs dans la pathogénèse de certaines altérations, nous croyons pourtant que, dans le cas de la kératite névroparalytique, la théorie vaso-motrice est insuffisante pour donner raison des troubles oculaires observés après la section de la cinquième paire.

Cette dernière opération, comme nous l'avons fait remarquer précédemment, ne produit de troubles de l'innervation vasculaire que dans l'iris et dans la choroïde. Quant aux vaisseaux de la conjonctive, ils ne participent nullement à cette dilatation paralytique si évidente pour les membranes profondes de l'œil. Ce n'est que plus tard qu'il se manifeste dans la muqueuse conjonctivale une injection qui a la signification d'une hypérémie réactionnelle et par conséquent se développe postérieurement à l'apparition des premières altérations de la cornée. Comme l'on sait cependant que cette dernière tire les matériaux

de sa nutrition non-seulement des vaisseaux de la conjonctive, mais aussi, et cela pour une bonne part, des ramifications des artères ciliaires, on pourrait admettre, les parois de ces artères étant paralysées (état de l'iris et de la choroïde), que les modifications pathologiques de la cornée sont pourtant le résultat d'une lésion des vasomoteurs.

Un fait nous semble tout d'abord parler contre cette manière de voir. Comme nous avons pu nous en assurer par plusieurs expériences, l'excision du ganglion cervical supérieur du grand sympathique est suivie, pour ce qui concerne l'œil, des mêmes phénomènes paralytiques des vaisseaux que la section de la cinquième paire; on voit immédiatement après cette opération se développer une hypérémie de l'iris et de la choroïde, tandis que la vascularisation de la conjonctive ne paraît nullement modifiée. Wegner[1] donne, concernant ce point, des résultats en tout semblables aux nôtres. Or, après la section du sympathique au cou, nous n'avons jamais vu chez le lapin se manifester, même au bout de trois ou quatre semaines, la moindre altération de la cornée. Nous voyons d'après cela que les mêmes modifications vasculaires, résultant de la section du trijumeau et de celle du sympathique, s'accompagnent dans le premier cas de troubles trophiques de la cornée, qui font absolument défaut dans le second. Ce fait à lui seul suffirait déjà pour réfuter cette théorie qui veut voir dans la paralysie des vaisseaux de l'œil un facteur essentiel de la production des phénomènes pathologiques qui nous occupent. Mais il n'est point

[1] Ueber die Entstehung. des Glaucoms. Græfe's Archiv., vol. XII, II, p. 1-20.

difficile de trouver encore d'autres arguments qui parlent dans le même sens que le précédent.

Et d'abord, comment se rendre un compte suffisant par une lésion vaso-motrice de ces troubles primitifs qui se manifestent immédiatement après la division du nerf, sous forme de dépressions nombreuses de la surface épithéliale de la cornée. Le développement de ces altérations primaires pourrait à la rigueur s'expliquer par les conséquences que la paralysie vasculaire entraîne après elle (hypérémie), quoique l'apparition si prompte de ces enfoncements ne soit guère en rapport avec ce que l'on sait de la production tardive de troubles nutritifs dans une partie dont l'innervation vaso-motrice est abolie. — Mais la paralysie des vaisseaux restant la même, comment expliquer, en invoquant cette dernière, la *disparition* de ces inégalités de courbure de la cornée, au bout d'un temps relativement court ; pourquoi une cause, capable de produire à un moment donné un certain effet, ne serait-elle pas, continuant d'agir dans le même sens, en état de maintenir cet effet et même de l'accentuer davantage avec le temps ? Si, à la suite de la section de la cinquième paire, il y avait d'abord anémie irritative, puis hypérémie paralytique dans le territoire vasculaire innervé par les nerfs vaso-moteurs atteints, la question de ces troubles primaires pourrait encore être tranchée en faveur de la théorie vaso-motrice ; mais nous avons vu que la paralysie des vaisseaux se manifeste d'emblée et persiste comme paralysie jusqu'à la mort de l'animal.

Autre argument : Combien ne voit-on pas souvent une hypérémie primaire ou une inflammation même intense de la conjonctive durer des jours et des semaines, sans que la nutrition de la cornée en soit le moins du monde

altérée. On nous fera peut-être l'objection que la dilatation paralytique des vaisseaux, en favorisant la stagnation et partant un état de plus grande vénosité du sang, peut avoir une influence plus fâcheuse sur la nutrition des tissus que l'hypérémie par irritation, comme elle se produit par exemple dans les affections inflammatoires de la muqueuse conjonctivale. Cet état d'asphyxie locale, si nous pouvons nous exprimer de cette façon, en abaissant le taux physiologique des échanges nutritifs, diminuerait la vitalité de la partie affectée et la rendrait ainsi moins apte à résister efficacément à l'action des causes de désorganisation. Mais cette objection, pour ce qui concerne la cornée du moins, ne tient pas devant les faits. L'hypérémie névroparalytique de l'œil, loin de diminuer la résistance de la cornée, semble au contraire l'augmenter. En effet, si l'on intervient, à l'aide d'agents capables de développer un travail phlegmatique, sur un œil ainsi privé de son innervation vasculaire, le processus morbide se manifeste comme dans les conditions normales, avec cette différence que les parties lésées tendent à se réparer plus promptement que lorsque l'innervation vasculaire n'a pas été atteinte. Schiff[1] professe une opinion différente, mais, en cela il se trouve en contradiction formelle avec la plupart des observateurs, notamment avec Snellen[2], Virchow[3], O. Weber[4]. Nous avons pu nous convaincre par nous-même de l'exactitude des résultats annoncés par ces trois derniers auteurs dans plusieurs expériences que nous avons entreprises, en cautérisant les deux cornées à

[1] Physiologie de la digestion, I, p. 235.
[2] Archiv für holländ. Beiträge, I, p. 205.
[3] Cellul. Pathol. 4te Auflage, p. 158.
[4] Centralblatt f. med. Wissensch., 1864, p. 148.

un degré égal, après avoir sectionné le sympathique d'un côté. Pour ne pas prolonger cette discussion, nous ne voulons point mettre à contribution en faveur de notre manière de voir les nombreux faits pathologiques qui parlent dans le même sens que les arguments que nous venons de faire valoir. Un exposé plus étendu de cette question, prise à un point de vue général, se trouve dans le premier volume des « Leçons sur les maladies du système nerveux, » par Charcot (p. 134 et suivantes).

L'hypérémie névroparalytique de l'œil et les troubles de nutrition de la cornée seraient donc, d'après ce que nous venons de dire, des phénomènes indépendants l'un de l'autre. L'insuffisance de la théorie vaso-motrice étant admise, il ne nous reste plus, pour avoir terminé notre tâche, que d'examiner jusqu'à quel point l'hypothèse des nerfs trophiques peut rendre compte des faits observés. Notre intention n'est point de donner un exposé critique de la conception des nerfs trophiques, telle qu'elle a d'abord été formulée par Samuel, puis corrigée et étendue à la suite de découvertes plus récentes. Nous nous proposons seulement d'établir jusqu'à quel point les désordres observés du côté de l'œil après la section du trijumeau pourraient trouver une explication acceptable, en admettant une lésion de ces nerfs dont l'existence est encore problématique.

On sait que dans l'herpès zoster frontal il n'est point rare d'observer une éruption vésiculeuse sur la cornée, avec exaltation considérable de la sensibilité de l'œil. Nous avons observé deux cas de ce genre dans lesquels l'affection de la cornée, au lieu de se présenter sous la forme de l'herpès, consistait dans une opacité grisâtre diffuse. Dans l'un de ces cas, à côté de la kératite, il se développa

une iritis plastique avec exsudation floconneuse dans la chambre antérieure : dans cette dernière observation l'hyperesthésie de la cornée était tellement considérable que le moindre attouchement provoquait les plus vives douleurs.

On admet généralement que le zona est la conséquence d'une inflammation du nerf dans le domaine duquel l'éruption vésiculeuse se manifeste. L'hyperesthésie ou plutôt l'hyperalgésie est une des manifestations de cet état irritatif du tronc nerveux. Les troubles trophiques de la cornée dans l'herpès névralgique frontal ne peuvent, comme nous l'avons vu précédemment, trouver leur explication dans une lésion des vaso-moteurs, et cela d'autant moins qu'il devrait s'agir dans ce cas d'une irritation de ces derniers, ce qui ne peut être, puisqu'il existe toujours une forte injection conjonctivale. En admettant l'hypothèse des nerfs trophiques, on peut supposer que les troubles nutritifs cutanés et oculaires sont le résultat d'une exagération de l'activité fonctionnelle de ces fibres nerveuses et constituent une seconde manifestation de l'état irritatif de ce complexus physiologique qu'on appelle un nerf (dans le cas particulier, la première branche du trijumeau).

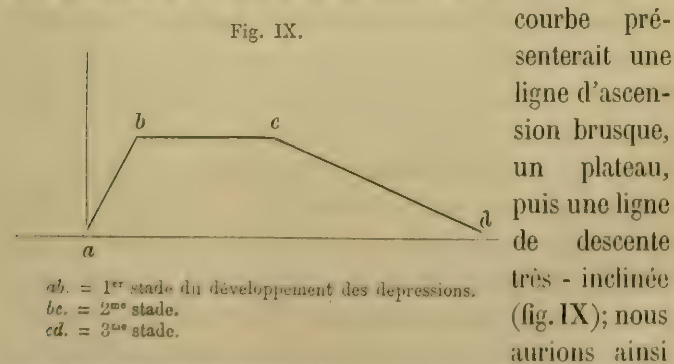
En faisant intervenir une lésion analogue des fibres trophiques, on pourrait donner une explication très-satisfaisante de l'apparition, du développement et de la disparition hâtive de ces altérations primaires de la cornée, que nous avons vues se manifester à partir du moment où le nerf était touché, sous forme d'enfoncements, de fossettes de la surface antérieure, et que l'examen microscopique nous a révélées comme étant des lésions intéressant la cornée dans toute son épaisseur. — La section intracrâ-

nienne du trijumeau ne peut s'effectuer sans un certain degré de contusion, qui peut même être très-considérable dans les cas où l'on est obligé, après une première tentative infructueuse, de pénétrer une seconde et même une troisième fois dans le crâne avec l'instrument pour obtenir le résultat désiré.

Nous avons précédemment insisté sur cette circonstance que les troubles primaires dont nous parlons sont d'autant plus marqués que la dilacération du nerf a été plus grande. Tous ces faits n'ont rien qui ne puisse s'expliquer facilement, en admettant une irritation des nerfs trophiques; nous rappelons ici la possibilité de la production d'une kératite sous l'influence d'une lésion irritative de la première branche du trifacial (herpès zoster).

L'irritation des fibres trophiques, lors de la névrotomie de la cinquième paire, se manifesterait au moment même de la division du nerf, durerait un certain temps, puis s'éteindrait lentement; on pourrait en conséquence la représenter graphiquement par une courbe, très-analogue à celle qui figurerait la marche et le degré d'intensité de ces altérations primaires de structure de la cornée. Cette courbe présenterait une ligne d'ascension brusque, un plateau, puis une ligne de descente très-inclinée (fig. IX); nous aurions ainsi figuré l'extension rapide, l'état stationnaire pendant quel-

Fig. IX.




*ab.* = 1er stade du développement des dépressions.
*bc.* = 2me stade.
*cd.* = 3me stade.

ques minutes, puis la disparition relativement lente du phénomène qui nous occupe.

Quant à la kératite proprement dite, elle résulterait de l'inertie fonctionnelle des fibres trophiques succédant au bout d'un moment à l'irritation passagère du bout périphérique de ces fibres sectionnées. La paralysie de ces nerfs aurait comme conséquence de diminuer (comment? nous ne le savons pas) la résistance que l'œil normal est en état d'opposer aux agents de désorganisation; comme telle, cette paralysie jouerait un rôle prépondérant, nécessaire dans le développement de l'ophthalmie névroparalytique dont elle constituerait la cause prédisposante.

En admettant une lésion de nerfs trophiques, on pourrait de même très-facilement donner la raison de la localisation particulière des troubles nutritifs dans le cas d'hémianesthésie de la cornée que nous avons rapporté plus haut. Nous avons vu que l'état de la sensibilité ne peut être invoqué pour expliquer la plus grande vulnérabilité de l'œil succédant à la section du trijumeau. Nous devons donc admettre que dans notre cas le développement d'une kératite et la perte de la sensibilité dans la même moitié de la cornée sont des phénomènes coordonnés entre eux, mais subordonnés tous deux à la lésion intracrânienne du trifacial. A la suite de cette dernière, l'innervation de la moitié inférieure de la cornée a été suspendue dans plusieurs de ses modes. Comme conséquence de ce fait, on observa une anesthésie relevant de la section des nerfs sensibles et en outre des troubles de nutrition en rapport avec la lésion d'autres nerfs d'une espèce particulière qui, avec les premiers, se distribuent à la partie de la cornée où se localisèrent les troubles observés. On pourrait parfaitement supposer, sans se mettre en opposition avec les

faits, que, si l'instrument eût attaqué le trijumeau un peu différemment, il aurait pu se faire que la moitié inférieure de la cornée fût le siége de l'anesthésie et la moitié supérieure celui des troubles trophiques, ou inversément. Nous ne voulons cependant pas nous hasarder plus avant sur ce terrain des hypothèses ; le hasard heureux qui nous a servi ne manquera pas une fois ou l'autre de confirmer par des données positives ces suppositions fondées sur une base encore peu solide.

Nous voulons maintenant encore dire quelques mots de ces ulcérations de la muqueuse buccale, mentionnées par plusieurs auteurs, notamment par Büttner et Senftleben, et qui se développent toutes les fois que la seconde et la troisième branche du trijumeau ont été atteintes, ce qui est le cas le plus fréquent.

Le second des auteurs que nous venons de citer admet que ces ulcérations sont de nature purement traumatique et doivent leur origine à la dislocation des arcades dentaires résultant de la paralysie de la petite portion de la cinquième paire.

Nous avouons qu'ici encore nos observations nous ont conduit à des conclusions différentes de celles posées par Senftleben. Nous avons bien trouvé que la paralysie des muscles masticateurs du côté opéré produisait un tel déplacement du maxillaire inférieur, que les dents finissaient au bout d'un certain temps par s'user très-obliquement, de sorte que le bord interne des molaires inférieures du côté sain formait une arête vive entamant la muqueuse gingivale en dedans et dans toute l'étendue des molaires supérieures. Mais la perte de substance qui résultait de cette action mécanique était toujours exactement et strictement limitée à l'étendue de la surface de contact des

dents avec la muqueuse. Cette dernière paraissait en cet endroit comme coupée au moyen d'un instrument tranchant : les bords de la solution de continuité ne présentaient aucune infiltration et presque pas d'hypérémie.

Nous ajouterons que du côté où l'innervation n'avait pas été troublée, les autres parties de la muqueuse de la bouche, notamment celles des lèvres, ne furent dans aucun cas le siége d'altérations pathologiques.

Si nous considérons maintenant les ulcérations observées du côté où le trijumeau avait été divisé, nous leur trouvons un aspect tout à fait différent de celui de la perte de substance dont nous venons de parler. La face interne de la lèvre supérieure et de la lèvre inférieure, mais surtout de la première, était le siége de vastes ulcères, recouverts de croûtes jaunâtres, et dont l'étendue ne répondait nullement à la surface d'action des dents déplacées. Plusieurs fois nous avons trouvé l'incisive supérieure du côté opéré complétement dénudée à sa base: la gencive, tout aussi bien en avant qu'en arrière et sur le côté, était détruite. Or il serait bien difficile d'expliquer comment une pareille lésion pourrait être le fait de l'action des dents incisives inférieures. Nous avons aussi remarqué sur plusieurs de nos lapins des excoriations assez profondes, partant de la base des incisives supérieures et s'étendant en arrière sur le palais à une distance telle que le bord postérieur de ces pertes de substances n'eût pu être atteint par les dents inférieures sans une fracture du maxillaire. Nous avons en outre noté, dans un certain nombre de cas, des ulcères du bord externe et de la surface inférieure de la langue, au niveau de la barre, par conséquent dans un endroit où l'action des dents ne peut être invoquée, puisqu'elles y font défaut. — D'un autre côté, si les ulcérations labia-

les étaient réellement le résultat de l'action mécanique des dents déplacées sur la muqueuse du reste normale, comment se fait-il que des altérations analogues n'aient jamais été notées sur la lèvre supérieure ou inférieure du côté non opéré, sur laquelle les conséquences de la dislocation du maxillaire inférieur devaient se faire sentir à tout aussi juste titre que du côté opéré (le déplacement en dehors de l'arcade dentaire inférieure d'un côté correspond forcément à une saillie dans le même sens de l'arcade dentaire supérieure du côté opposé).

Nous possédons des observations dans lesquelles les deux premières branches du trijumeau seules furent atteintes, la troisième étant restée intacte. Quoique dans ces cas il n'y eût aucune dislocation du maxillaire inférieur, il se développa quand même des ulcérations localisées à la lèvre supérieure seulement, et qui ne se distinguèrent des précédentes ni par une moindre étendue, ni par une apparition plus tardive.

Nous rappellerons enfin les altérations analogues dans le cas clinique que nous avons rapporté au commencement de ce travail (p. 4 et 6).

En tenant compte de tous les faits que nous venons de retracer, nous serions amené à admettre que les ulcérations de la bouche et éventuellement d'autres parties de la tête innervées par le trijumeau ne sont point, comme le pense Senftleben, des lésions purement mécaniques. Nous pensons au contraire qu'elles sont en rapport direct avec la lésion des branches de la cinquième paire qui se distribuent à la muqueuse affectée. Nous sommes disposé à admettre, et cela pour les mêmes raisons que nous avons fait valoir en parlant de la kératite névroparalytique, que la perte de l'innervation dans un de ses modes,

qui n'est ni le mode sensible ni le mode vaso-moteur, place le revêtement muqueux de la bouche dans un état de résistance diminuée se traduisant par une plus grande vulnérabilité. Dans ces circonstances, des causes insuffisantes pour modifier la muqueuse normale, telles que la pression exercée par les dents et l'irritation produite par les particules alimentaires dures et coriaces, sont en état de déterminer le développement d'ulcères qui se distinguent des ulcérations mécaniques ordinaires par leur grande tendance à s'étendre en surface.

Après avoir passé en revue tous ces phénomènes dont la cause, indépendante des fonctions sensibles et vaso-motrices, doit être cherchée dans la modalité fonctionnelle particulière d'une certaine portion du nerf trijumeau ; après avoir établi, autant qu'il était en notre pouvoir, que cette modalité fonctionnelle trouvait son explication (celle du moins qui tient le mieux compte de tous les faits) dans l'hypothèse des nerfs trophiques, nous ne pouvons négliger d'indiquer brièvement les tentatives qui ont été faites dans le but de déterminer le point de départ et le trajet exact de la racine trophique de la cinquième paire.

Magendie et Longet (*loc cit.*) considéraient le ganglion de Gasser comme le centre de l'action trophique du trijumeau. Ces deux auteurs annoncèrent que la section au niveau ou en avant du ganglion sémi-lunaire, était constamment suivie de kératite ; tandis que la lésion du nerf en arrière du ganglion, sur le trajet du cordon bulbo-ganglionnaire, ne portait que peu ou pas atteinte à la nutrition de l'œil.

Quelques-uns des expérimentateurs qui suivirent, con-

firmèrent ces résultats ; tels sont Claude Bernard [1] et Samuel (*loc. cit.*). Mais Schiff (*loc. cit.*) trouva que la lésion de la cinquième paire au delà du ganglion de Gasser, et même au niveau de la moelle allongée, était aussi suivie d'ophthalmie névroparalytique du côté correspondant. Il n'est point difficile de trouver dans les observations faites sur l'homme des preuves nombreuses à l'appui de l'opinion de Schiff (vid. Ladame, Hirngeschwülste, Würtzburg, 1865).

Il serait tout au moins établi par ces faits que la racine trophique existe déjà en arrière du ganglion semi-lunaire, et émerge de la protubérance avec les autres portions du trifacial.

En 1874, parut un travail de Merkel [2], dans lequel l'auteur, se basant sur des recherches anatomiques, donne une description détaillée du trajet de cette racine trophique dont il place le point de départ dans les tubercules quadrijumeaux.

Stilling considère comme appartenant au pathétique l'ensemble des fibres qui se présentent comme une surface semi-lunaire en dehors de l'aqueduc de Sylvius, sur les côtés du quatrième ventricule.

Meynert [3] et Merkel (*loc. cit.*) pensent au contraire que ces fibres appartiennent au trijumeau. Le premier de ces deux auteurs les considère comme sensibles, le second admet qu'elles ne sont autre chose que la racine trophique de la cinquième paire.

[1] Leçons sur la physiolog. et la pathol. du syst. nerv. Paris, 1858, vol. II, p. 61.

[2] Die trophische Wurzel des Trigem. Untersuch. aus dem pathol. Instit. zu Rostock, 1874.

[3] Zeitschrift f. wiss. Zoolog., vol. XVII, p. 655.

Cette dernière manière de voir est basée sur les faits suivants : Ce faisceau est formé par des fibres de fort calibre, tandis qu'il est reconnu que les fibres sensibles du trijumeau sont d'une extrême ténuité : en outre, ces tubes nerveux émergent d'une espèce particulière de grosses cellules globuleuses qui se différencient nettement soit des grandes cellules motrices à prolongements ramifiés, soit des cellules sensibles qui ont des dimensions beaucoup plus faibles. — L'origine de cette racine trophique se trouverait, sous forme de fibres très-déliées, vers le sommet des tubercules quadrijumeaux, à l'endroit où ils se touchent par leur partie médiane. De là, ces fibres descendraient entre la substance gélatineuse qui revêt l'aqueduc de Sylvius et la substance propre des tubercules quadrijumeaux. Dans leur parcours, elles pénétreraient dans les grosses cellules rondes, dont il a été question plus haut, pour en ressortir avec un diamètre beaucoup plus considérable que celui qu'elles présentaient en y entrant.

Plus loin on les retrouverait droit au-dessous du point où le pathétique émerge du cerveau ; un peu au-dessous de cet endroit, elles se réuniraient en un cordon caractérisé par la présence d'un petit groupe de cellules ganglionnaires. Ce faisceau s'avancerait jusque dans le voisinage de la racine motrice, formerait là une courbure en forme de genou (à ce niveau de petits amas ganglionnaires pourraient encore être constatés), puis se fusionnerait avec la racine sensible de la cinquième paire.

Tel est le trajet, bien compliqué, que Merkel assigne à cette racine hypothétique.

Mais, l'existence de nerfs trophiques dans le trijumeau étant admise, il ne suffisait point, pour être au clair sur la marche de ces fibres dans l'intérieur des centres ner-

veux, de trouver une continuité anatomique d'une espèce particulière entre les tubercules quadrijumeaux et le côté interne de la cinquième paire ; il fallait encore démontrer que l'activité de ces fibres dans les différents segments de ce trajet indiqué par Merkel, est réellement en rapport avec les fonctions trophiques. Or, c'est précisément la tâche que s'est imposée Eckardt [1], en pratiquant des vivisections qui avaient pour but d'atteindre la racine trophique de Merkel dans les différentes portions de son parcours. Les résultats de ces expériences furent les suivants :

1° A la suite d'une lésion des tubercules quadrijumeaux, il ne se développa jamais d'inflammation de l'œil.

2° Même résultat négatif après une lésion entre la pointe du calamus scriptorius et le point d'émergence du tronc du trijumeau. Dans cette dernière série d'expériences, l'œil était presque toujours privé de sa sensibilité d'une manière absolue.

3° Au contraire, une lésion de la protubérance au niveau ou un peu en arrière du point d'émergence de la cinquième paire fut régulièrement suivie d'une affection oculaire.

De ces faits Eckardt conclut que les données de Merkel, pour ce qui concerne le point de départ et une bonne partie du trajet de cette racine trophique, sont insoutenables. Les résultats de la seconde série, en opposition il est vrai avec ceux de Schiff obtenus par une lésion au même niveau, montrent qu'en cet endroit la racine tro-

[1] Beiträge zur Anatomie und Physiolog., vol. VII, 3. Heft.

phique n'existe pas encore ; pour atteindre cette dernière, il faut s'avancer jusqu'à la hauteur ou un peu en arrière de l'émergence de la cinquième paire. C'est en ce point que se trouvent les grosses cellules indiquées par Merkel. Là aussi serait l'origine de la racine trophique ; à moins que l'on ne veuille admettre que ces grosses cellules rondes ne sont qu'une station de passage pour ces fibres venant de plus loin, mais alors suivant un trajet non encore trouvé, s'écartant en tous cas de celui indiqué par Merkel.

Si de tous ces résultats contradictoires on ne veut conserver que ce qui est positivement constaté, on peut dire ceci : l'action trophique du trijumeau, contrairement à l'opinion de Magendie, se manifeste déjà en arrière du ganglion de Gasser ; elle est en rapport avec l'activité fonctionnelle de fibres qui émergent de la protubérance avec le tronc commun du trijumeau. Au delà du point d'émergence de la cinquième paire, la marche des fibres en question est encore inconnue.

Arrivé au terme de notre travail, nous résumerons les résultats de nos recherches dans les quelques propositions qui suivent :

1° La kératite névroparalytique n'est pas une kératite traumatique ordinaire.

2° Elle est le résultat de l'action combinée de deux ordres de choses : *a*) des causes déterminantes, qui sont les agents modificateurs extérieurs ; *b*) une cause prédisposante, consistant dans une diminution de la résistance

de l'œil, dont les parties les plus exposées (cornée) se laissent facilement altérer sous l'influence des causes déterminantes.

3° Cette plus grande vulnérabilité de l'œil est la conséquence de la lésion de fibres nerveuses situées au côté interne du trijumeau.

4° Ces fibres ne sont ni des nerfs sensibles ni des nerfs vaso-moteurs.

5° L'hypothèse que ces fibres sont des nerfs trophiques rend le mieux compte de tous les faits observés.

6° Anatomiquement, la kératite névroparalytique est constituée par une nécrose primaire de la partie centrale de la cornée (si cette dernière est laissée à découvert), suivie au bout de peu de temps d'une inflammation secondaire des parties périphériques et de la conjonctive.

---

## ERRATA

Page 107, ligne 2, supprimez la virgule après le mot surviennent.
Page 107, ligne 5, nous-mêmes, *lisez :* nous-même.
Page 113, avant-dernière ligne, retranchez les parenthèses.
Page 142, ligne 4, fut, *lisez :* fût.

---

# COUP D'ŒIL

SUR LES

# PRINCIPALES PUBLICATIONS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

## EN 1875

**Par M. Marc MICHELI.**

---

Ces pages qui font suite à celles que nous avons insérées dans les *Archives* l'année dernière [1], sont destinées comme les précédentes, à donner aux personnes qui s'occupent de science et qui ne peuvent pas lire tout ce qui paraît, une idée des progrès qu'a réalisés la physiologie végétale pendant la dernière période écoulée. Pas plus qu'en 1875, nous n'osons prétendre à être complets, et plus qu'alors peut-être nous sentons la difficulté de donner en termes concis une idée nette et précise de tant de travaux divers.

Comme l'année dernière, nous avons groupé dans un premier paragraphe les travaux relatifs à la cellule en général, aux phénomènes physico-mécaniques dont les tissus végétaux sont le théâtre, et aux effets de la lumière et de la chaleur sur la végétation. Un second paragraphe renfermera les études sur la nutrition, la respiration, sur les recherches chimiques des différentes substances qu'on rencontre dans les cellules, sur les ferments, les maladies des plantes, la fécondation, etc. Il nous a paru plus lo-

[1] *Archives*, février, 1875, tome LII, p. 106.

gique de ne pas traiter, comme nous l'avions fait auparavant, les travaux relatifs à la chlorophylle (du reste peu nombreux) dans un chapitre spécial.

## I

M. le docteur Moritz Traube [1] a entrepris une série de recherches pour arriver à expliquer, par les lois physiques qui régissent les précipités, la formation des cellules, leur croissance, et la constitution des membranes. Il a pris comme base de son travail la loi posée par M. Graham qu'un corps amorphe (colloïde), tel que l'albumine, la gélatine, le tannin, ne peut pas traverser par diffusion une membrane amorphe, et cette autre considération que tout corps amorphe produit un précipité également amorphe.

Cela posé, il ressort naturellement de la théorie que les solutions de deux corps colloïdes A et B qui se précipitent mutuellement, mises en présence seront bientôt séparées l'une de l'autre par une couche de matière coagulée, à travers laquelle ni les molécules de A ni celles de B ne pourront passer; cette couche aura donc une épaisseur définie et représentera une sorte de membrane. M. Traube a réalisé ces conditions en introduisant dans une solution de tannin une goutte de gélatine; celle-ci ne tarde pas à s'entourer d'une couche coagulée, qui, une fois formée, ne s'épaissit plus; elle reproduit tout à fait l'aspect d'une cellule sphérique; et si la solution de gélatine est plus concentrée que celle de tannin, elle atti-

[1] M. Traube, Experimente zur physikalischen Erklärung der Bildung der Zellhaut, ihres Wachsthums durch Intussusception und des Aufwärtswachsens der Pflanzen. — *Botan. Zeit.*, 1875, nos 4 et 5.

rera de l'eau par endosmose et la cellule s'agrandira grâce à la pression exercée par son contenu sur son enveloppe.

Nous ne pouvons pas entrer ici dans le détail de toutes les précautions que l'auteur énumère, et qui sont nécessaires au succès de l'expérience; indiquons seulement qu'il ne faut pas que les solutions soient trop diluées, qu'elles doivent être parfaitement liquides et qu'enfin plus la différence de concentration entre les deux sera grande, plus l'action sera énergique et la membrane résistante. L'auteur est également parvenu, dans certains cas, à obtenir une membrane entre un corps amorphe et un corps cristallin ou même entre deux corps cristallins.

La diosmose, grâce à laquelle l'eau pénètre dans l'intérieur des cellules inorganiques est d'une nature particulière : tandis qu'en général on désigne sous ce nom un échange de molécules, un double courant entre deux milieux différents, nous n'avons affaire ici qu'à un simple courant, la solution la plus concentrée empruntant de l'eau à celle qui l'est moins. Les différentes substances employées dans les expériences sont loin de se comporter à cet égard de la même manière ; la gélatine, par exemple, ne possède qu'une force attractive minime, tandis que le sucre de plomb plongé dans une solution de tannin s'entoure également d'une membrane et enlève à celui-ci presque toute son eau, de manière à ne plus laisser qu'un sirop épais.

A mesure que l'eau pénètre dans la cellule, la pression exercée sur les parois de celle-ci augmente; les molécules sont donc écartées les unes des autres et il viendra un moment où les interstices seront assez grands pour permettre à de nouvelles molécules des deux corps A et B

de les franchir. Mais au moment de leur contact, celles-ci se précipitent, intercalent de nouvelles molécules coagulées dans la membrane qui se trouve ainsi reconstituée; le phénomène peut désormais recommencer tout à nouveau. Nous nous trouvons ici en présence d'une véritable croissance par *intussusception* semblable à celle qui caractérise les cellules végétales.

Tant que la membrane offre partout la même épaisseur, la nouvelle cellule se développera sous forme de sphère ; mais si en un point quelconque, l'enveloppe est plus mince, la pression intérieure s'exercera inégalement et la cellule pourra prendre la forme d'un tube plus ou moins allongé. Ces conditions pourront se trouver réalisées si le corps renfermé dans la cellule offre une pesanteur spécifique considérable. L'eau qui pénètre par endosmose ne se mélangera pas immédiatement avec lui ; elle s'accumulera d'abord dans le haut de la cellule où la solution sera moins concentrée ; à cette solution moins concentrée correspondra nécessairement une portion de membrane plus mince et la cellule tendra à s'allonger de ce côté. M. Traube l'a bien reconnu en introduisant une goutte de chlorure de cuivre dans une solution de ferrocyanure de potassium, et a montré ainsi qu'une seule et même cause, la pesanteur, produit à la fois l'allongement inéquilatéral et la croissance verticale de la cellule. Dans une autre expérience, il a produit un phénomène analogue avec de la gélatine et du tannin, en mélangeant au premier de ces deux corps une certaine quantité de sulfate de cuivre. Interprétée de cette façon, l'action de la pesanteur peut servir à expliquer soit l'allongement rapide des cellules végétales (surtout de celles des tiges)

pendant une période de leur développement soit le redressement des entre-nœuds horizontaux.

M. Traube conclut lui-même son travail en posant les principes suivants :

Le développement et les propriétés des cellules inorganiques suffisent pour prouver :

1° Que les membranes cellulaires se forment par voie de précipitation chimique ;

2° Que la croissance de ces mêmes membranes a lieu par intussusception ;

3° Que l'action de la pesanteur explique la direction verticale de certaines cellules ainsi que leur accroissement en forme de tubes allongés.

M. Reinke [1] a observé sur les cellules inorganiques les mêmes phénomènes que M. Traube, mais en abordant le côté théorique et physiologique de la question, il s'éloigne des idées émises par celui-ci et nous paraît ainsi plus près de la vérité. Il énumère trois modes de formation des cellules dans le règne végétal : *a*) croissance graduelle d'un bourrelet de cellulose dans l'intérieur d'une cellule (algues filamenteuses, cellules mères de spores, etc.) ; *b*) développement subit d'une membrane autour d'une masse protoplasmique nue (formation de l'endosperme, des ascospores) ; *c*) développement subit d'une membrane dans l'intérieur d'une cellule préexistante (dans toutes les plantes supérieures).

De ces trois modes, le premier ne semble en aucune manière explicable par les lois qui ont été reconnues dans les membranes inorganiques. Quant aux deux autres, il y aurait, d'après la théorie de M. Traube, deux

[1] G. Reinke, Notiz über das Wachsthum anorganischer Zellen. *Botan. Zeit.*, 1875, n° 26.

cas possibles. Les deux liquides A et B qui, par leur mélange, doivent produire la membrane occupent les deux extrémités de la cellule ; séparés d'abord par une cause inconnue, ils se réunissent subitement et le précipité se forme. Les deux nouvelles cellules renferment alors l'une le liquide A, l'autre le liquide B ; pour que la division puisse continuer, il faut que dans chacune d'entre elles, une évolution chimique ait lieu, à la suite de laquelle A et B se trouvent de nouveau en présence. Rien dans la vie des plantes n'a jamais paru trahir les phénomènes de cette nature. On pourrait aussi supposer que dans la cellule primitive une mince couche du liquide A se sépare au point où doit naître la membrane et que le précipité se fait alors simultanément des deux côtés. Mais cette idée n'est guère d'accord avec l'excessive ténuité de la jeune membrane qui, dans cette hypothèse, devrait cependant être formée de deux couches accolées.

Si les lois posées par M. Traube ne s'appliquent pas facilement à la naissance des membranes, elles ne rendent pas non plus un compte satisfaisant de leur croissance subséquente, puisqu'on peut citer des cas où l'un des postulats, l'existence dans le liquide ambiant de molécules qui concourent à la régénération de la membrane, ne se réalise pas (Croissance des tubes de Vaucheria dans l'eau pure, ou dans l'air humide d'une cloche). M. Reinke conclut donc que la substance des membranes cellulaires se sépare du protoplasma et de la séve qui le baigne, par un procédé que ni la physique, ni la chimie ne nous permettent de définir actuellement. Par contre, les rapprochements tentés entre les phénomènes mécaniques de la croissance dans les deux ordres de cellules sont beaucoup plus heureux. La pesanteur peut agir

dans les deux cas de la même manière. Les phénomènes de l'endosmose, ceux de la turgescence des cellules peuvent être étudiés avec beaucoup de fruit sur les cellules inorganiques qui deviendront un complément indispensable de toute étude approfondie sur ce difficile sujet.

M. Tschistiakoff[1] a aussi publié plusieurs travaux sur l'histoire de la cellule, mais ce ne sont que des parties d'un tout qui sera complété peu à peu et les conclusions générales manquent encore. Du reste, les observations de l'auteur sont plutôt morphologiques que physiologiques; il s'attache surtout au rôle du nucleus dans la division des cellules chez les spores et le pollen, et aux modifications chimiques dont le protoplasma est le théâtre au moment de sa division, modifications que l'influence de l'eau sert souvent à mettre en lumière[2].

Si nous abordons maintenant l'étude des forces diverses mises en jeu dans les tissus, nous rencontrerons d'abord deux mémoires de M. N.-J.-F. Müller[3], professeur à l'Académie forestière de Münden, qui font suite à celui que l'auteur a déjà consacré à la «Répartition des forces moléculaires dans les arbres.» Le premier étudie le *courant de la séve descendante* et le second *la période annuelle* chez les arbres des régions tempérées. Il est malheureusement difficile de donner un compte rendu succinct de

[1] Tschistiakoff, Histoire de la cellule végétale : Spores des fougères. *Ann. des Sc. nat.*, 5me série, XIX, 218. — Pollen. Pringsh. *Jahrb. f. wiss. Botanik*, X, p. 7. — *Botan. Zeitung*, 1875, nos 1 à 7.

[2] M. Russow a réfuté différents points des observations de M. Tschistiakoff. *Botan. Zeitung*, 1875, nos 20 et 21.

[3] M. H. Müller, *Botanische Untersuchungen*, IV. Der sogenannte abstende Saftstrom, V. Die einjährige Periode. Heidelberg, 1875 (Winter).

ces travaux. Les idées de l'auteur s'éloignent souvent des théories généralement admises (par exemple en ce qui touche à la genèse des cellules ligneuses dans le cambium) et leur analyse demanderait des développements trop étendus. De plus, il est regrettable que dans son exposition M. Müller manque trop souvent de clarté, si bien qu'il est parfois difficile de pénétrer exactement le fond de sa pensée. L'idée générale que cherche à faire prévaloir le premier mémoire est qu'il n'y a pas de courant ascendant et descendant proprement dit, mais que le mouvement de chaque molécule est la résultante des forces diverses qui la sollicitent de différents côtés. Cependant tant qu'il y a dans les feuilles, production d'hydrates de carbone qui attirent l'eau par endosmose, un courant ascendant tendra à s'établir, et aura pour contre-partie le mouvement descendant des molécules de ces mêmes hydrates qui, par diffusion se dirigent vers la racine. Deux phénomènes tendent à accélérer ce mouvement, l'évaporation qui dépend de la température, et l'assimilation qui est réglée par l'intensité lumineuse. Dans le deuxième mémoire, la période annuelle est divisée relativement à la répartition des forces qui mettent en mouvement l'eau et les matières dissoutes en trois sections : 1° L'arbre est feuillé et un courant diosmotique s'établit à travers les chaînes de cellules ; 2° La température baisse, l'arbre se défeuille et les combinaisons qui étaient produites dans les rameaux périphériques et entretenaient l'endosmose se répartissent dans tout l'organisme ; 3° la température s'élevant de nouveau, les substances accumulées dans les cellules se transforment graduellement en sucre ; les forces emmagasinées dans les tissus pendant la saison précédente, entrent en jeu et jusqu'au moment où les feuilles

épanouies rétablissent l'équilibre par l'évaporation, l'eau circule dans les tissus sous une certaine pression et arrive même en forme de gouttelettes jusque dans les canaux aérifères du bois.

M. Wiesner [1] a fait quelques expériences sur le mouvement de l'eau d'imbibition dans le bois et dans les membranes cellulaires ; il opérait sur des cubes de bois taillés dans différents sens, et recouverts d'un enduit imperméable à l'exception d'une face laissée libre pour l'évaporation. Il a trouvé, en résumé, que l'eau d'imbibition peut se mouvoir dans tous les sens à travers le corps ligneux ; qu'elle circule cependant plus rapidement parallèlement à l'axe de la tige que dans une direction radiale ou tangentielle. Dans quelques expériences cependant, la dessication des cubes de bois, orientés de différentes manières, s'opérait dans un temps égal ; dans les coupes transversales (où l'eau se meut parallèlement à l'axe), l'évaporation était beaucoup plus rapide au début, mais à mesure que les tissus renfermaient moins d'eau, le mouvement s'accélérait dans les coupes radiales et tangentielles. L'explication théorique de ces différences se trouve dans le fait que, dans toute cellule, l'eau circule plus aisément parallèlement aux couches d'épaississement que perpendiculairement à leur direction.

Contrairement à l'idée généralement admise que les plantes n'absorbent pas directement l'eau par les feuilles, M. de Lanessan [2] a observé un fait de cette nature sur des rameaux de Lysimachia et de Sedum; l'absorption de

[1] Bewegungen des Imbibitions-Wassers im Holze und Membran, von Jul. Wiesner. *Botan. Zeitg.*, 1875, n$^{os}$ 21, 22.

[2] Bulletin de la Soc. linnéenne de Paris, 1875, 6 janvier.— *Botan. Zeitung*, 1875, n° 48.

liquide était prouvée par une augmentation sensible de poids.

Dans des expériences sur l'évaporation de rameaux défeuillés de marronnier, MM. Wiesner et Pacher[1] ont observé que les cicatrices des feuilles opposent à l'évaporation moins de résistance que le périderme voisin et que ce même périderme est plus résistant sur les rameaux d'un an que sur les plus âgés.

M. Heckel[2] a continué ses études sur le mouvement provoqué dans les végétaux par la publication d'un volume qui réunit à beaucoup d'expériences nouvelles, les recherches déjà publiées précédemment par le même auteur et que nous avons analysées dans ce recueil[3].

L'auteur insiste particulièrement dans son introduction sur la séparation absolue qui doit être établie entre les mouvements provoqués et les mouvements spontanés des végétaux. La différence profonde qui divise ces deux ordres de phénomènes est mise en lumière par l'action des anesthésiques qui, tout en suspendant le mouvement provoqué, laissent subsister le mouvement spontané. Admettant la terminologie proposée par M. Claude Bernard, M. Heckel rattache les premiers à l'*irritabilité fonctionnelle* et les seconds à l'*irritabilité nutritive*. L'action des anesthésiques sur les plantes se trouve ainsi rapprochée de celle qu'ils exercent sur les tissus animaux, et M. Heckel, se basant sur ce fait, admet dans les tissus végétaux sensitifs une irritabilité particulière dans le genre de celle dont sont doués les animaux inférieurs.

[1] Wiesner et Pacher, Ueber die Transpiration entlaubter Zweige und des Stammes der Rosskastanie. *Oesterr. Bot. Zeitsch.*, 1875, nº 5.
[2] Ed. Heckel, Du mouvement végétal, Paris, 1875 (Masson).
[3] *Archives*, février 1875, tome LII, p. 113

Le siége de cette fonction serait surtout le protoplasma qu'on voit se contracter sous l'influence d'une irritation dans certains organes mobiles.

Les feuilles, ou les organes qui en dérivent par une transformation plus ou moins profonde, sont le siége exclusif de tous les mouvements connus jusqu'ici, et l'auteur remarque à ce sujet que les mouvements spontanés sont à peu près également répartis entre les organes foliaires modifiés ou non, tandis que les mouvements provoqués ont plus souvent pour siège les plus modifiés d'entre eux, c'est-à-dire les différentes parties de la fleur. Il admet, du reste, que les mouvements spontanés sont la règle générale dans le règne végétal, tandis que les mouvements provoqués ne sont que l'exception, et demeurent l'apanage d'un petit nombre de plantes d'une organisation particulièrement élevée. Cette manière de voir est loin d'être universellement admise et bien des auteurs (entre autres MM. Bert et Hofmeister) pensent, au contraire, que les mouvements provoqués sont très-répandus dans le règne végétal, qu'ils échappent souvent à l'observation et que les cas bien connus ne sont que l'exagération d'une propriété pour ainsi dire générale.

Nous ne pouvons pas entrer ici dans le détail des nombreuses recherches et expériences de M. Heckel qui ont porté successivement sur les étamines des Berbéridées, sur les stigmates à lames mobiles de certaines Scrophularinées, Bignoniacées, Sésamées, Goodéniacées, Brunoniacées, sur les étamines des Synanthérées, et sur celles des Sparmannia, Cistus, Portulaca, Cactus, etc., qui sont douées d'un mouvement mixte (provoqué et spontané). Dans chaque cas, l'auteur a examiné successivement l'action de la lumière, de la chaleur, de l'électricité, des aci-

des, des anesthésiques, etc. sur les organes mobiles, en même temps qu'il en étudiait la structure anatomique. Si la cause des phénomènes est partout la même et se rattache à l'*irritabilité fonctionnelle,* en revanche le siége de cette propriété varie d'une plante à l'autre. Chez les Tiliacées, les Cistées, les Cactées, etc., ce sont les cellules de l'épiderme qui jouent le rôle d'organe sensitif ou *tissu ressort;* chez les Bertéridées et les Synanthérées, ce sont les cellules parenchymateuses du filet staminal; enfin dans toutes les lames stigmatiques, le tissu ressort ne serait autre que les trachées qui, répandues en plus ou moins grande abondance dans le parenchyme, transmettent l'irritation d'un point à un autre. Tout en admettant que le rôle physiologique de ces derniers organes est indiscutable, M. Heckel reconnaît qu'il n'est pas encore possible de le définir avec toute la précision désirable.

La membrane d'enveloppe des cellules jouit d'une contractilité spéciale qui lui permet soit une plication, soit une rétraction sans plis au moment où l'irritation lui est transmise : quant au protoplasma, il joue un rôle encore obscur qui se traduit par une concentration de sa masse au centre de la cellule : il est probablement l'organe sensible par excellence.

Enfin, un dernier chapitre résume les observations de l'auteur sur le mouvement spontané de quelques étamines (Ruta), mouvements dont les causes, ainsi que le remarque M. Sachs[1] dans son traité classique, sont encore bien peu connues. Ils doivent probablement être attribués à un phénomène de turgescence, d'apport de sève, dans les étamines qui se soulèvent successivement. Mais tandis

[1] Sachs, *Traité de botanique,* trad. Van Tieghem, p. 1051.

que M. Sachs rattache cette turgescence à des phénomènes de tension et à un allongement et raccourcissement alternatifs des deux faces, M. Heckel pense qu'on pourrait plutôt trouver l'explication de ces phénomènes dans une action chimique des rayons solaires sous l'influence desquels se développerait une matière endosmotique attirant l'eau d'un côté ou de l'autre. Cette théorie, fondée sur des expériences peu nombreuses, n'est donnée, du reste, que sous toutes réserves.

Un physiologiste allemand distingué, M. le professeur Pfeffer (dont nous avons également exposé les idées dans ce recueil[1]), a soumis la théorie de M. Heckel à un examen critique[2], et lui fait des objections en particulier sur les points suivants.

C'est à tort que M. Heckel réunit sous la dénomination générale de *mouvements spontanés* les mouvements périodiques de certaines feuilles qui se reproduisent chaque jour, et les mouvements de *nutation* qui sont exécutés une fois pour toutes sans retour possible (par exemple dans les étamines de Ruta).

M. Heckel attribue, ainsi que nous l'avons indiqué tout à l'heure, un grand rôle dans les phénomènes sensitifs au protoplasma qui se concentre au milieu de la cellule. Son contradicteur pense que cette observation a dû être faite sur des cellules déjà privées de vie, le protoplasma vivant n'ayant pas la propriété d'emmagasiner dans son sein les substances colorantes, dont le savant français s'est servi pour rendre le phénomène de la contraction plus visible.

Relativement aux étamines des Cynarées, M. Pfeffer

[1] *Archives*, février 1875, tome LII, p. 112.
[2] *Botan. Zeitung*, 1876, n° 1.

maintient l'exactitude des mesures qu'il a données dans son premier ouvrage sur ce sujet et desquelles il ressort que pendant la contraction, ces organes diminuent de volume, tandis que M. Heckel représente l'épaississement des filets comme compensant leur diminution de longueur.

Enfin M. Pfeffer se demande, comme nous l'avons fait nous-même, quelle peut être la nature du rôle des trachées dans l'irritabilité.

Si l'étude des mouvements provoqués dans le règne végétal est un des problèmes qui a le plus exercé la sagacité des observateurs, les mouvements périodiques des organes foliaires présentent aussi un champ de recherches où bien des points demandent encore à être élucidés. Le même physiologiste [1] a consacré à ce sujet important un mémoire assez étendu dont nous allons chercher à résumer les conclusions principales.

Il importe avant tout de distinguer deux grandes catégories de ces manifestations vitales : les *mouvements de nutation* qui sont liés à la croissance des organes et qui par conséquent prennent fin lorsque ceux-ci sont entièrement développés, et les *mouvements d'alternance* (variation's Bewegungen) qui dérivent d'un allongement et d'un raccourcissement alternatifs de certaines couches de tissus et qui par conséquent persistent pendant toute la vie de l'organe. Un premier fait général ressort de ces recherches, c'est que les mêmes causes qui maintiennent les organes de la seconde catégorie dans l'état de tension nécessaire à l'exécution des mouvements favorisent la croissance des premiers.

[1] W. Pfeffer, Die periodischen Bewegungen der Blattorgane. Leipzig, 1875 (Engelmann).

Envisagés à un autre point de vue, les mouvements périodiques, soit de nutation soit d'alternance, peuvent encore être distingués en *spontanés* et *provoqués*, ces derniers dépendant de l'action paratonique d'une cause extérieure telle que la lumière ou la chaleur. En outre, sous l'influence des mêmes agents, la feuille exécute, à la suite de son mouvement primitif de va-et-vient, d'autres oscillations qui vont en diminuant d'amplitude à mesure que s'éloigne la cause qui les a fait naître et que l'auteur appelle *mouvements secondaires* (Nachwirkung's Bewegungen). C'est à la combinaison de ces mouvements avec l'action directe de la lumière qu'il fait appel pour expliquer l'établissement de la période diurne.

Les mouvements périodiques doivent leur origine soit à un allongement et à un raccourcissement alternatifs de certaines couches de tissus (mouvements d'alternance), soit à un accroissement véritable (mouvements de nutation). Ils dérivent tous directement des variations de l'intensité lumineuse qui à mesure qu'elle diminue provoque dans le premier cas une augmentation dans la force d'expansion des tissus et dans le second une accélération de la croissance. Cet effet se fait sentir simultanément et dans le même sens dans les deux moitiés opposées des tissus, mais il s'y propage inégalement vite. Quant au raccourcissement qu'on observe sur la face qui dans le mouvement de va-et-vient devient concave, il est une conséquence des compressions occasionnées par la courbure de l'organe.

M. Pfeffer a désigné, ainsi que nous l'avons déjà indiqué plus haut, sous le nom de mouvements secondaires les oscillations que la feuille exécute lorsqu'elle a été une fois ébranlée par le passage de la lumière à l'obscurité,

oscillations dont l'amplitude d'abord d'autant plus grande que le contraste d'éclairage a été plus marqué, diminue peu à peu.

Pour expliquer complètement les phénomènes de la période rhythmée diurne, il ne suffit pas de faire appel à l'alternance régulière du jour et de la nuit ; il faut encore faire entrer en ligne de compte ces mouvements secondaires, et le phénomène qui frappe nos yeux est dû à l'accumulation produite entre ces derniers et les ébranlements renouvelés chaque matin et chaque soir.

De plus, M. Pfeffer croit pouvoir affirmer que, contrairement aux observations d'autres physiologistes, sous l'influence d'un éclairage constant, *la période* ne varie pas, mais seulement l'amplitude des mouvements qui diminuent peu à peu pour finir par disparaître entièrement. C'est un argument de plus pour considérer la lumière, non pas seulement comme la régulatrice, mais comme la cause directe des mouvements périodiques.

Que se passe-t-il à l'intérieur des cellules, quels sont les phénomènes qui rendent possibles ces variations dans la force d'expansion des tissus que la lumière vient mettre en jeu ? C'est ce qu'il n'est pas possible d'affirmer d'une manière positive. Il est probable qu'il s'agit d'une pression exercée par le contenu des cellules contre leurs parois.

Il existe un certain nombre de fleurs, par exemple les Crocus et les Tulipes, qui sont encore plus sensibles à l'action de la température qu'à celle de la lumière, et qui s'ouvrent et se ferment sous l'influence des oscillations thermométriques. Comme dans le cas précédent, on rencontre ici des couches de tissus opposées sur lesquelles les variations de température agissent dans le même sens, mais

avec une rapidité inégale. Au moment de la fermeture de la fleur (quand la température baisse), ce sont les couches externes qui s'allongent le plus vite : au moment de l'ouverture ce sont au contraire les couches internes qui prennent le dessus.

Enfin quant aux mouvements autonomes proprement dits des organes foliaires, ils varient beaucoup en intensité d'une plante à l'autre, et souvent même ils échappent complétement à l'observation. Ils sont tout à fait indépendants des mouvements périodiques, mais peuvent arriver à les masquer lorsque leur amplitude est très-prononcée. Leur cause doit évidemment être cherchée dans l'alternance régulière des forces d'expansion dans les deux moitiés opposées des tissus.

Avant de quitter le sujet des mouvements exécutés par les organes végétaux, signalons encore les recherches de M. Hofmeister sur ceux des filaments de Spirogyra princeps [1]. Ils sont faciles à reconnaître si l'on place dans un vase plein d'eau un petit faisceau de cette algue; on ne tardera pas à voir les filaments se séparer les uns des autres, se courber de différentes manières ou même (si l'appareil est recouvert d'une cloche) s'élever au-dessus du niveau de l'eau. La nature des mouvements observés ne permet pas de les attribuer à une torsion autour de l'axe; ils dérivent donc d'après l'auteur d'un allongement alternatif des deux faces du filament, c'est un véritable phénomène de nutation. Cette conclusion est d'autant plus vraisemblable que les parois cellulaires étant dans cette algue peu flexibles, elles ne pourraient pas se courber sans changer de volume; pour la même raison, on ne

[1] Hofmeister, Bewegungen der Fäden von Spirogyra princeps. Sep. Abd. aus *Würt. naturwiss. Jahresb.*, 1874.

peut pas supposer que c'est le protoplasma qui agit comme corps contractile. Du reste des mesures directes ont montré un allongement très-suffisant pour justifier les courbures observées.

Passant maintenant en revue les divers travaux qui ont trait à l'action de la température sur la végétation, nous ne ferons d'abord que mentionner les recherches de MM. Haberlandt[1] et Littrow[2] sur la conductibilité du sol pour la chaleur, recherches qui n'intéressent qu'indirectement la physiologie. Ces deux observateurs sont arrivés par des voies différentes aux mêmes résultats généraux. Un sol conduit la chaleur d'autant mieux qu'il est plus compact, les roches dures telles que le granit, le marbre tenant, la tête. Un sol sec sera toujours dans une position d'infériorité vis-à-vis d'un sol humide, l'air qui se trouve interposé entre ses particules étant moins bon conducteur que l'eau que renferme ce dernier.

M. Göppert[3], qui depuis bien longtemps s'est fait une spécialité de toutes les questions qui touchent à la température et à la végétation, a publié quelques observations sur l'influence du froid sur les plantes herbacées. C'est plutôt une réunion de documents sur le sujet qu'une théorie générale. Aussi passerons-nous rapidement sur ce travail qui se prête peu à l'analyse. L'auteur s'est d'abord occupé des phénomènes de décoloration de la chlorophylle

[1] Fr. Haberlandt, Ueber die Wärmeleitung im Boden, *Wissent. Untersuch. aus dem Gebiete des Pflanzenbaues*, vol. I, p. 33.

[2] A. Littrow, Wärmeleitungsfähigkeit verschied. Bodenarten, *Sitz.-Bericht der Wien. Acad.*, LXXI. Janvier 1875.

[3] G.-R. Gœppert, Ueber die Einwirkung des Frostes auf die Gewächse. *Botan. Zeit.*, 1875, n° 37.

dans les cellules au moment du dégel. Il a trouvé à cet égard de grandes différences entre les familles des plantes, différences que rien dans la constitution connue de la chlorophylle n'explique; c'est un sujet qui mériterait d'être étudié à fond: certaines chlorophylles ne changent pas de nuance, d'autres blanchissent, d'autres jaunissent; certaines orchidées deviennent d'un bleu d'acier. Beaucoup de dicotylédones deviennent brunes.

M. Göppert a ensuite recherché l'action du froid sur la chute des feuilles, et il pense que dans nos climats une température de — 4° à — 7° suffit pour les faire toutes tomber. Il a aussi étudié le degré de résistance de beaucoup de plantes à la gelée et il donne une liste de végétaux communément cultivés sur lesquels l'action de la température est si régulière qu'ils suffiraient à indiquer le degré qu'a atteint le thermomètre.

Plusieurs auteurs se sont occupés de l'influence de la température sur la germination. M. Uloth[2] a placé les graines de 24 espèces appartenant à des familles différentes dans une caisse remplie de glace, et celle-ci au milieu d'une glacière. Au bout de 6 semaines quelques crucifères (Lepidium ruderale et sativum, Sinapis alba, Brassica napus) avaient germé. A la clôture de l'expérience, au bout de 4 mois environ, quelques autres crucifères étaient entrées en végétation, de même de quelques graminées et légumineuses. Toutes les autres graines avaient pourri. Les radicelles des germes avaient pénétré dans la glace, ce que l'auteur pense pouvoir expliquer soit par la pression exercée par les racines, soit par la chaleur qu'a développée la végétation.

[1] Uloth, Keimung der Samen in Eis. *Flora*, 1875, n° 17.

M. Haberlandt[1] a fait des expériences de même nature en enfermant les graines de beaucoup d'espèces cultivées (céréales, légumineuses, chanvre, etc.) dans une caisse dans laquelle la température fut maintenue pendant 4 mois environ entre 0 et + 1° C. Les seules espèces qui germèrent furent le seigle, le chanvre, la vesce, le pois, la moutarde, la caméline, deux espèces de trèfle et la luzerne. Pour les 4 premières, la radicelle sortit seulement du testa; pour les dernières elle acquit une certaine longueur. Beaucoup de graines qui ne germèrent point étaient couvertes de Penicillium glaucum: la limite de végétation de cette mucédinée est donc très-basse. D'autres étaient réduites en une sorte de bouillie et leurs cellules étaient pleines de bactéries. Toutes ces observations tendent donc à placer la limite de la végétation bien plus bas qu'on ne le fait d'ordinaire. L'auteur pense qu'on pourrait tirer aussi parti de ces faits pour créer par sélection des races demandant pour leur évolution une somme de température moindre que celle qui est assignée à l'espèce en général: il est du moins probable qu'on obtiendrait ce résultat en choisissant dans un semis les graines qui ont germé entre 0 et 1° C.

Le même auteur[2] a recherché les températures les plus élevées et les plus basses qui permettent la germination de différentes espèces cultivées dans les pays plus chauds que le nôtre. Les expériences ont porté sur 12 espèces telles que le sorgho, le riz, le ricin, le coton, le

[1] F. Haberlandt, Ueber die untere Grenze der Keimungstemperatur unserer Culturpflanzen, *Wiss. Untersuch. aus dem Gebiete des Pflanzenbaues*, vol. I, p. 109.

[2] F. Haberlandt, Die untere und obere Temperaturgrenze für die Keimung der Samen einiger Culturpflanzen wärmerer Klimate. Ibid., p. 117.

melon, etc., et les températures ont varié de + 10 à 45°. A 10° le Phaseolus Mungo fut seul à germer, à 12° toutes les graines se développèrent sauf celles du ricin, du Chorchorus olitorius, du melon qui n'entrèrent en végétation qu'à 15°. A 40° il n'y eut que 5 espèces qui germèrent, à 45° aucune. Le temps exigé pour le développement varie beaucoup avec la température; c'est ainsi que le riz germa à 12° en 470 heures et à 30° en 52 heures. Deux autres faits intéressants ressortent de ces expériences, le premier c'est que le degré le plus favorable à la germination est très-rapproché du degré maximum qui la rend possible. Le second c'est que la limite supérieure de température permettant la végétation est à peu près la même que celle qui a été observée pour les végétaux cultivés dans nos latitudes.

M. Just, professeur à Carlsruhe [1], fixe à 39° dans des conditions normales la limite de végétation des graines de trèfle; elles peuvent toutefois, dans une atmosphère saturée de vapeur, supporter 75° pendant une heure, ou 50° pendant 2 ou 3 heures sans en souffrir. Si avant de les mettre en expérience on les soumet à une dessication graduelle, elles peuvent supporter jusqu'à 120° sans perdre leur faculté germinative; elles se développent plus lentement que les autres. Seulement de même que les plantes gelées doivent être graduellement soumises à une élévation de température, de même ces graines desséchées ne doivent être humectées que peu à peu, autrement elles périssent.

Nous pouvons encore rapprocher de ces expériences

[5] L. Just, Wirkungen höherer Temperaturen auf die Keimungsfähigkeit der Samen von Trifolium pratense. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 4.

sur le rôle de la température dans la germination les observations de M. Alph. de Candolle[1] sur l'influence qu'une même température exerce au nord et au midi sur le développement des bourgeons. Des observations de M. Heer à Madère, et de quelques autres voyageurs, faites surtout à l'instigation de Quetelet, semblaient montrer qu'une même somme de chaleur produit plus d'effet dans les pays septentrionaux. M. de Candolle l'a montré directement par l'expérience en faisant végéter côte à côte dans une chambre maintenue à une température variant de 10 à 16° C. des rameaux de Populus alba, de Carpinus Betulus, de Liriodendron tulipifera et de Catalpa, cueillis en hiver, les uns à Montpellier et les autres à Genève. La feuillaison des rameaux cueillis dans cette seconde ville a précédé en moyenne de 20 à 25 jours celle des premiers. Cette différence doit probablement être attribuée à l'élaboration plus complète des principes nutritifs que le repos hivernal permet dans le Nord.

M. Tomaschek[2] a publié de longues séries d'observations sur le temps que mettent à se développer des chatons de noisetier coupés à différentes périodes de l'hiver et transportés dans une chambre chaude. Mais ce travail, consistant surtout en tabelles et ne renfermant pas de données générales, se prête peu à l'analyse.

Enfin M. Eidam[3] a étudié le développement du Bacte-

[1] A. de Candolle, Des effets différents d'une même température sur une même espèce au nord et au midi. *Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences*, LXXX, 7 juin 1875.

[2] A. Tomaschek, Thermo-physiol. Unters. über die Entwickelung der Blüthenkätzchen von Corylus Avellana. *Verhandl. Naturf. Vereins in Brünn*, vol. XII, p. 50.

[3] Eidam, Einfluss der Temperatur auf Bacterium Termo Duj. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 5.

rium Termo Duj. à différentes températures; il l'a trouvé rigide à + 5° C., mobile et se multipliant à + 5°,5. Le point le plus favorable est entre 30 et 35° C. : à 40° l'organisme est de nouveau rigide, et périt en quelques heures entre 45 et 50°. Nous avons vu plus haut que M. Haberlandt a trouvé des bactéries qui s'étaient développés dans les graines entre 0, et + 1° C.

M. Askenasy[1], professeur à Heidelberg, a dirigé son attention sur un point qui, bien que d'une importance secondaire, présente cependant quelque intérêt et n'avait été l'objet d'aucune observation : la température intérieure des plantes exposées à un soleil ardent. Ses résultats ont été obtenus sur deux plantes grasses : un Sempervivum et un Opuntia, et sur deux plantes herbacées l'Aubrietia deltoidea et la Gentiana cruciata. La boule du thermomètre était placée dans le premier cas au milieu d'une rosette de feuilles on dans une excavation de la tige, et dans le second au milieu d'un faisceau de rameaux. Les plantes grasses atteignirent une température de 45 à 50° C., et les autres oscillèrent autour de 35° C. Cette différence peut provenir soit de la faible évaporation, soit du rayonnement peu intense des premières. Il est à remarquer aussi que le maximum de température observé correspond à celui que l'ensemble des observations connues assigne comme limite à la végétation possible.

Enfin M. Maquenne[2], en étudiant le pouvoir émissif des feuilles, a établi qu'il est à peu près égal à celui du noir de fumée (90 lorsque celui-ci est égal à 100), et

[1] Askenasy, Ueber die Temperatur welche Pflanzen im Sonnenlicht annehmen. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 27.

[2] *Comptes Rendus*, 1875, 31 mai.

qu'il ne varie pas avec la nature du végétal mis en expérience. On pourrait utiliser cette propriété pour déterminer la quantité de rosée déposée sur les plantes, en la comparant à celle que recevrait un pluviomètre noirci.

Parmi les travaux peu nombreux que nous avons rencontrés, consacrés à l'étude de l'influence de la lumière sur la végétation, le plus intéressant, celui qui renferme les résultats les plus nouveaux, est l'étude de M. Weber[1] sur l'action de la lumière colorée dans l'absorption des cendres. Ses résultats lui ont été fournis par la végétation de jeunes plantes de pois pendant 44 jours dans des caisses fermées par des verres de différentes couleurs. L'arrosage était fait avec un mélange de sels dont les éléments étaient fournis par l'analyse des cendres du pois lui-même. Les conditions météorologiques ont été peu favorables à l'expérience : pendant toute sa durée il n'y a eu que peu ou pas d'augmentation de poids de la matière organique, c'est-à-dire que les produits de la végétation servaient juste à couvrir les pertes faites sous l'influence de la respiration. Mais cela ne paraît pas devoir infirmer en rien les résultats obtenus pour les éléments minéraux.

D'une manière générale l'absorption des substances minérales dépend de l'action de la lumière, tout comme la décomposition de l'acide carbonique ; c'est donc dans la lumière blanche qu'elle est la plus forte, et sous l'influence des rayons verts et violets qu'elle atteint son

[1] Ueber den Einfluss farbigen Lichtes auf die Assimilation und die damit zusammenhängende Vermehrung der Aschenbestandtheile in Erbsen-Keimlingen, von Rud. Weber, Assist. in chem. Labor., Aschaffenburg, *Land. Vers.-Stat.*, 1875, vol. XVIII, nº 1.

minimum. D'un autre côté, toutes choses égales d'ailleurs, il n'y a pas, dans chaque rayon particulier, proportionnalité entre la quantité de sels minéraux absorbés et la matière organique créée. Dans la lumière blanche, on trouvera, par exemple, pour 1000 parties de substances assimilées 140,7 parties de cendres ; dans la lumière rouge il y en aura 150,5 ; dans la jaune 151,9, et dans la bleue 192,6.

Une comparaison établie entre les différents éléments des cendres a montré qu'ils ne se comportent pas tous de la même manière. L'acide phosphorique est absorbé dans la lumière rouge et dans la verte avec beaucoup plus d'intensité que dans la blanche ; sous l'influence des rayons bleus, il l'est beaucoup moins. La potasse et la chaux, au contraire, relativement indifférentes dans les lumières rouge et jaune, augmentent rapidement dans la bleue. L'oxyde de fer se comporte à peu près de même, bien que d'une façon moins évidente. Quant à la magnésie et à l'acide sulfurique, ils se sont toujours montrés sensiblement indifférents.

Si maintenant l'on compare directement l'action quantitative de la lumière blanche et des rayons diversement colorés relativement à l'assimilation en général et à l'absorption des substances minérales, on arrivera, d'après M. Weber, à construire la tabelle suivante :

| | Assimilation. | Absorption des substances minérales |
|---|---|---|
| Lumière solaire | 100 | 100 |
| Rayons rouges | 35,5 | 41,4 |
| » jaunes | 82,6 | 62,0 |
| » bleus | 22,4 | 33,3 |
| » violets | 14,5 | 5,3 |

L'auteur pense qu'il serait prématuré de vouloir tirer des conclusions théoriques positives de ses recherches ; il se demande cependant si l'on ne pourrait pas lier l'action de certains rayons sur le phosphore avec la production des matières protéiques, et celle d'autres rayons sur la potasse et la chaux avec la production des hydrates de carbone.

M. Askenasy [1] a repris le sujet de la destruction de la chlorophylle dans les végétaux vivants, et a cherché à montrer qu'il ne s'agit point là d'un fait simple et facile à expliquer. La théorie de M. Kraus [2], qui fait jouer au froid un rôle prépondérant dans ce phénomène, n'est pas fondée : d'après M. Askenasy si une élévation de température peut dans certains cas restaurer la couleur verte évanouie, jamais un refroidissement à lui seul ne produira l'effet contraire. D'ailleurs certaines observations faites pendant la période estivale de la végétation y échappent complétement. L'auteur pense qu'on expliquerait ces faits d'une manière plus satisfaisante en admettant l'existence de deux actions opposées de la lumière, l'une de destruction et l'autre de restauration de la matière verte ; la première agit seule sur les solutions de chlorophylle qui se décolorent rapidement lorsqu'elles ne sont pas maintenues dans l'obscurité. Toutes les deux se font sentir dans l'intérieur des cellules. Ces idées se rapprochent de celles qu'ont émises à ce sujet MM. Timiriaseff [3] et Wiesner [4]. Mais elles se rattachent à la nature même de

[1] Askenasy, Ueber die Zerstörung des Chlorophylls lebender Pflanzen durch das Licht. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 28 à 30.

[2] Vid. les observations de MM. Kraus et Batalin à ce sujet, dans notre revue de 1874, *Archives*, 1875, tome LII, p. 136.

[3] *Mém. de l'Acad. Imp. de St-Pétersbourg*, 1872.

[4] *Sitz-Ber. der Wiener Akad.*, Avril 1874.

l'action assimilatrice de la chlorophylle, au rôle de l'oxygène libéré dans les tissus, c'est-à-dire à des problèmes qui sont encore bien peu connus dans leur essence.

M. Askenasy fait aussi remarquer qu'il y aurait une étude intéressante à faire sur le rôle de la lumière dans la transformation de la chlorophylle verte de beaucoup de fruits en un principe colorant rouge ou jaune. C'est, en effet, toujours la face la plus éclairée des poires, des pommes, etc., qui montre avec le plus d'intensité cette transformation.

## II

Nous avons rendu compte, l'année dernière, des intéressants travaux de MM. Dehérain et Moissan sur la respiration des plantes, travaux dans lesquels cette fonction était envisagée surtout au point de vue des quantités d'acide carbonique produit et d'oxygène absorbé par un poids donné de feuilles, dans certaines conditions. MM. Mayer et de Wolkoff[1] ont repris la même étude en s'attachant au cours général de la respiration sous l'influence des agents extérieurs, lumière, chaleur, etc., et à ses rapports avec la croissance. Leur but semble avoir été surtout de construire un appareil, d'indiquer une méthode permettant d'entreprendre avec facilité des recherches analogues. Aussi une partie notable de leur mémoire est-elle consacrée à la description des instruments employés et de leur mode d'expérimentation. Leurs observations ont porté principalement sur des germes développés dans

[1] A. Mayer et A. de Wolkoff, Quelques recherches sur la respiration des plantes. *Ann. des Sciences natur. Botan.* 6e série, vol. I, p. 241.

l'obscurité de Polygonum fagopyrum, de Tropaeolum, de Vicia Faba, et parfois sur des portions isolées de ces plantes, racines, tigelles, etc. Un premier point ressort avec évidence de ces recherches, c'est que dans l'appareil la respiration se maintient avec une constance remarquable pendant plusieurs heures et même pendant plusieurs jours, malgré la diminution de l'oxygène et les changements de pression ; cette constance est à la fois une grande facilité pour l'expérimentateur et une garantie importante en faveur de l'exactitude de ses résultats.

Les relations de la respiration avec la chaleur, reconnues du reste déjà depuis longtemps, sont faciles à constater. Une élévation de température exerce une influence favorable à l'intensité de la fonction, jusqu'à un maximum qui peut être fixé à 35 $^{0}/_{0}$ environ. Si le thermomètre dépasse ce chiffre la plante elle-même souffre, et la quantité d'acide carbonique produite diminue. Entre 16 et 35 degrés, on reconnait même aisément qu'il y a une proportionnalité parfaite entre les températures et les intensités de respiration.

Quant aux oscillations thermométriques considérées en elles-mêmes, MM. Mayer et de Wolkoff ont établi qu'elles n'avaient pas d'influence nuisible sur le cours de la respiration ; une élévation brusque de la température en augmente l'intensité proportionnellement au nombre de degrés franchis ; un abaissement subit amène quelquefois une dépression un peu trop forte mais tout à fait momentanée ; au bout de trois quarts d'heure environ, l'équilibre est rétabli. Si l'on rapproche ces résultats de ceux qu'ont obtenus MM. Kœppen et Pedersen, dans leurs recherches sur le rôle des oscillations thermométriques

dans la croissance des végétaux[1], on y trouvera peut-être un argument en faveur des conclusions du second de ces observateurs. M. Pedersen, en effet, a révoqué en doute les idées de M. Kœppen et cherché à établir que les oscillations thermométriques en elles-mêmes n'ont pas d'influence fâcheuse sur la végétation.

La lumière n'a pas agi non plus d'une manière sensible sur la respiration; dans quelques expériences, lorsque l'éclairage atteignait son maximum, on a pu remarquer une légère recrudescence, mais très-peu importante. Il n'est en tout cas pas possible d'établir une relation entre la fonction qui nous occupe et la croissance en longueur qui s'accélère toujours dans l'obscurité.

M. Mayer[2] a utilisé l'appareil et les méthodes qu'il avait employées avec son collaborateur pour suivre dans toutes ses phases la respiration pendant la période de germination du blé et ses conclusions tendent toujours plus à démontrer que la croissance et la respiration ne sont point deux fonctions intimement liées l'une à l'autre. Toute croissance active est accompagnée d'une respiration également active, mais l'inverse n'est pas toujours vrai, les limites des deux fonctions ne sont pas les mêmes. La production d'acide carbonique continue à augmenter à un degré du thermomètre où la croissance se ralentit déjà et, d'après les expériences de M. Mayer, ce fait ne dérive pas de la diminution des substances organiques détruites par la respiration; il en ressort bien plutôt que « la croissance ne s'exécute pas aux dépens des mêmes principes qui, à une température élevée, sont si abon-

[1] Vid. *Archives* février 1875, p. 116.

[2] A. Mayer, Ueber den Verlauf der Athmung beim keimenden Weizen. *Landwirth. Versuch-Stat.* 1875, p. 245.

damment détruits par la respiration. » M. Askenasy a reconnu, de son côté, dans des observations encore inédites, que les tissus commencent à *respirer* à un degré trop bas pour que la croissance puisse s'y manifester.

En un mot, autant la croissance est une fonction variable, sujette à se modifier sous l'influence d'une foule de circonstances, autant la respiration tend toujours à devenir constante dès que les conditions extérieures sont à peu près semblables. C'est de toutes les fonctions la plus répandue, la plus spontanée, celle qui paraît le plus intimement liée à la *vie* elle-même.

En étudiant la végétation des plantes aquatiques, M. Bœhm [1] a reconnu que chez elles, la respiration est toujours moins active que chez les plantes terrestres ; elles absorbent moins d'oxygène et produisent toujours moins d'acide carbonique ; il paraît exister entre ces deux catégories de végétaux la même relation qu'entre les animaux à sang chaud et ceux à sang froid.

Beaucoup de plantes maintenues dans l'eau, hors de la portée de l'air, subissent une décomposition qui rappelle la fermentation butyrique. M. Bœhm [2] a remarqué que presque toutes les plantes aquatiques produisent en outre du gaz des marais. D'après les conditions dans lesquelles il a pu observer ce phénomène, l'auteur n'hésite pas à y reconnaître une fermentation dont les germes peu répandus dans l'atmosphère sont tués par une température élevée plus facilement que ceux qui produisent la fermen-

[1] Jos. Bœhm, Ueber die Respiration von Wasserpflanzen. *Sitzber. der K. K. Acad. der Wiss. zu Wiena,* avril-mai 1875 et *Bot. Zeitung,* 1875, n° 46.

[2] Jos. Bœhm, Ueber Gährungsgaze aus Sumpf- und Wasserpflanzen. Ibidem.

tation butyrique. Le liquide dans lequel les plantes ont séjourné produit une réaction alcaline marquée ; les végétaux eux-mêmes finissent par prendre l'apparence de la tourbe. M. Bœhm indique comme formule probable de décomposition de la cellulose dans ce cas spécial :

$$C_6 H_{10} O_5 + H_2 O = 3 C O_2 + 3 C H_4$$

Dans d'autres expériences, le même auteur[1] a reconnu que les plantes aquatiques mortes ont la faculté d'absorber de l'hydrogène, absorption qui est suspendue entre 60 et 80 degrés C pour reprendre plus tard lorsque la température baisse. Il pense qu'il s'agit de nouveau ici d'un phénomène de fermentation qui a pour siége les mêmes tissus dans lesquels peut se produire le gaz des marais. Peut-être y a-t-il une relation à établir entre ces phénomènes encore bien peu connus l'un et l'autre et qui du reste ressortent plutôt de la chimie que de la physiologie proprement dite, puisqu'ils ont pour théâtre exclusif les végétaux morts.

Les recherches de M. Detmer[2] sur la germination des graines oléagineuses et sur la végétation du maïs ont une portée surtout chimique; il est possible cependant d'en extraire certaines considérations intéressantes au point de vue purement physiologique. Les graines qui ont servi de base aux études renfermées dans le premier de ces deux mémoires sont celles du chanvre, du colza et du pavot. Les expériences ont duré de quatre à dix jours, pendant les-

[1] Jos. Bœhm, Ueber eine mit Wasserstoffabsorption verbundene Gährung. Ibid.

[2] Dr W. Detmer, Physiologisch-Chemische Untersuchungen über die Keimung œlhaltiger Samen und die Vegetation von Zea Mays. Leipzig 1875 (Luckhardt).

quels les jeunes plantes étaient maintenues dans l'obscurité et exposées à une température variable qui n'est pas toujours assez exactement indiquée. L'auteur recherche d'abord quelle est la quantité de matière organique qui est détruite et quelle en est la proportion représentée par le carbone éliminé sous forme d'acide carbonique. De grandes différences se font remarquer à cet égard d'une espèce à l'autre ; tandis que, par exemple, en sept jours, le chanvre a perdu 3,36 pour cent de matière organique (à une température basse qui n'est pas indiquée) sur lesquels le carbone figure pour 2,57 pour cent, le colza a perdu, en quatre jours (température 16,5° C). 4,77 pour cent sur lesquels 1,99 seulement de carbone. Comme tous les auteurs qui se sont occupés de ce sujet, M. Detmer a trouvé que la production d'acide carbonique augmentait à mesure que s'élevait la température. Comme contrôle de l'expérience précédente, l'auteur a analysé directement les graines avant et après la germination, et il a trouvé que pour le chanvre, sur une perte totale de 3,03 pour cent, le carbone figure pour 2,65, l'hydrogène pour 0,44, l'azote pour 0,17 ; par contre l'oxygène présente une légère augmentation de 0,23, ce qui tend à distinguer les graines oléagineuses des graines amylacées qui, d'après M. Boussingault, perdent également de l'oxygène pendant la germination [1].

Enfin, en examinant le rôle des principes assimilés pendant la germination, M. Detmer a reconnu qu'au dé-

[1] Ce fait a déjà été indiqué par M. Müntz qui a constaté dans la germination des graines oléagineuses un dédoublement des matières grasses en glycérine et acides gras. Ces derniers absorbent de l'oxygène. Boussingault, *Agronomie, chimie agricole et physiologie*, vol. V, p. 69.

but les matières grasses diminuent rapidement, tandis que l'amidon, complétement absent auparavant, augmente dans la même proportion. Plus tard, ces relations changent; les matières grasses ne diminuent plus que lentement, tandis qu'au contraire l'amidon qui sert à la fois à la production de la cellulose et à l'entretien de la respiration décroît aussi vite qu'il a été produit. La cellulose d'abord stationnaire augmente ensuite un peu et les matières protéiques ne varient presque pas. La décomposition des matières grasses fournit le carbone et l'hydrogène nécessaires à la production de l'amidon, mais pas assez d'oxygène. Une partie de ce dernier élément est empruntée aux substances indéterminées qui doivent se désoxyder pendant la germination. Enfin M. Detmer n'a jamais pu trouver dans les tissus ni sucre ni dextrine.

Dans sa seconde étude, M. Detmer a passé en revue la végétation de jeunes plantes de maïs semées dans un milieu stérile, arrosées d'eau distillée et maintenues les unes dans l'obscurité, les autres placées dans des conditions normales. L'expérience a été prolongée pendant cinq semaines, période au bout de laquelle le développement semblait arrêté. Mais quelques échantillons ont été arrachés et analysés après huit jours et après quatre semaines. La première question examinée a été celle de la production d'organes (feuilles, tiges et racines) à la lumière et dans l'obscurité. L'auteur a trouvé que la quantité produite en poids était à peu près la même dans les deux séries; seulement dans la première, les cellules à chlorophylle ont assimilé de leur côté et l'endosperme des graines est loin d'être épuisé, tandis que dans la seconde, ayant entièrement subvenu à la croissance, ce dernier ne renferme plus de principes nutritifs. La partie la plus étendue de

ce mémoire est une étude plutôt chimique que physiologique des modifications que subissent pendant la période de végétation les principes élémentaires, azote, carbone oxygène et hydrogène, ainsi que les aliments assimilés qui en dérivent, matières grasses, amidon, sucre, substances protéiques, etc. Nous y relèverons seulement les points suivants : chez le maïs comme chez beaucoup de plantes, et en particulier de légumineuses, les matières protéiques revêtent la forme transitoire d'asparagine qui est plus oxydée que l'albumine des tissus. On la trouve d'abord en quantités à peu près égales dans les plantes développées à la lumière et dans celles qui ont végété dans l'obscurité ; plus tard, ces dernières en renferment une plus forte proportion. Ce fait n'a rien d'étonnant et est d'accord avec l'ensemble des recherches classiques de M. Pfeffer sur ce sujet. En effet, pour reproduire l'albumine des tissus, l'asparagine doit s'assimiler une certaine quantité de carbone et d'hydrogène empruntée aux principes assimilés non azotés. Ceux-ci incessamment détruits par la respiration et n'étant pas remplacés par l'assimilation dans l'obscurité, ne suffisent pas à opérer cette régénération ; l'asparagine s'accumule donc dans les tissus, ce qui n'arrive pas dans les plantes exposées à la lumière et dont les feuilles créent chaque jour de l'amidon[1].

L'amidon et les substances grasses (celles-ci très-peu abondantes) diminuent graduellement dès le début de la germination. Le sucre et la dextrine (qui jouent ici le rôle

[1] MM. Schulze et Umlauft ayant retrouvé l'asparagine en abondance dans les tissus de jeunes plantes de lupin, ont recherché quelle en était la proportion, et en procédant par deux méthodes (cristallisation et analyse) ont trouvé 17,7 et 19,9 pour cent, soit un cinquième environ du poids de la matière sèche. *Landwirth. Vers.-Stat.* 1875, vol. XVIII, p. 1.

que remplissait l'amidon dans les graines oléagineuses, à peine indiqués dans la graine, augmentent peu à peu pour diminuer bientôt et finir par disparaître presque entièrement à la fin de l'expérience. La cellulose augmente graduellement soit dans l'obscurité soit à la lumière.

M. Isid. Pierre [1] a fait quelques recherches sur l'accumulation graduelle et progressive de l'amidon dans le grain de blé pendant sa maturation. Il est parti de l'idée que les autres substances qui accompagnent l'amidon sont en très-faible proportion (principes azotés, minéraux) ou peu variables (enveloppes du grain), et que par conséquent on arrive à un résultat sensiblement exact en admettant que les accroissements en poids du grain sont proportionnels aux accroissements en poids de l'amidon. Cela posé, l'auteur a trouvé que l'accumulation se fait d'une manière continue et presque uniforme pendant les trois dernières semaines, représentant environ 160 pour cent du poids primitif du grain, et pour une récolte moyenne, 57 kilog. par hectare.

L'accroissement total en poids des matières azotées comparé à leur poids primitif est plus rapide que celui de l'amidon. Il en est de même pour le phosphore qui atteint son maximum bien plus tôt que celui-ci. La potasse, au contraire, s'accumule plus lentement, ce qui, suivant l'auteur, tend à écarter l'idée d'une influence directe de cet alcali sur l'amidon dans le grain de blé. Cette influence, si elle existe, s'exerce en dehors de l'ovaire.

L'inuline, cette forme spéciale des hydrates de carbone qu'on croyait l'apanage d'un petit nombre de plantes de

[1] Isidore Pierre, Accumulation de l'amidon dans les grains de blé. *Ann. Sciences Natur. Botaniq.* V[e] série, vol. XX, p. 202.

la famille des composées, a été retrouvée également par M. Gregor Kraus [1] dans d'autres groupes tels que les campanulacées, les lobéliacées, les goodeniacées, les stylidiées. Avec presque toutes les plantes de ces familles, il est facile de préparer (par exemple, par immersion dans l'alcool) des sphéro-cristaux d'inuline. Quelques végétaux inulifères renferment aussi dans leurs tissus du sucre comme aliment assimilé, mais de l'amidon jamais; ce dernier ne s'y rencontre que sous une forme tout à fait transitoire dans les grains de chlorophylle, dans les cellules des stomates et dans les couches à amidon des faisceaux fibro-vasculaires.

Sous le titre de *Recherches physiologiques*, M. Carl Kraus [2] a publié une série de fragments sur la chlorophylle, sa constitution, son rôle dans les végétaux, etc., et a émis un certain nombre d'idées qui, si elles étaient absolument confirmées, jetteraient un jour nouveau sur bien des phénomènes. En traitant la solution alcoolique de chlorophylle avec un acide et de l'éther (méthode de Frémy) on obtient deux couches diversement colorées, l'une jaune (dans l'éther), l'autre verte ou bleue suivant les auteurs (dans l'alcool acide). M. Kraus a procédé de cette façon en faisant aussi intervenir la benzine comme dissolvant; en répétant plusieurs fois de suite la même réaction, il finit par obtenir deux substances, une jaune, *xanthine* dont il n'est plus possible d'extraire la moindre parcelle de couleur bleue ou verte, et une verte *chlorine* qui est colorée en bleu par les acides. Cette dernière substance

[1] G. Kraus, Einige Beobachtungen über das Vorkommen des Inulins. *Bot. Zeit.* 1875, n° 11.

[2] Carl Kraus, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. *Flora* 1875, n°s 10 à 24.

est la véritable base de la chlorophylle qui est en elle-même un principe simple : les différentes substances jaunes qui lui sont mélangées et qui se rencontrent en proportion toujours plus forte dans les feuilles en automne sont des produits de dégradation.

Dans les baies rouges (en particulier dans celles de Solanum pseudo-capsicum) la chlorine subit une transformation profonde ; de moins en moins soluble dans l'alcool, elle le devient, au contraire, dans l'eau et se rapproche ainsi des principes colorants des algues.

Les *Archives* [1] ont déjà rendu compte des expériences de M. Kraus sur l'assimilation dans la chlorophylle. Ces expériences sont basées sur l'idée que la chlorophylle incessamment détruite et régénérée dans la cellule est à la fois la cause et le résultat de l'assimilation. Se fondant, en outre, sur les recherches de M. A. Baeyer, d'après lesquelles la réduction de l'acide carbonique et de l'eau aboutirait à la production de l'aldéhyde formique, M. Kraus a examiné si les plantes nourries avec des substances capables de produire facilement de l'aldéhyde formique verdiraient dans l'obscurité. Une expérience faite avec des jeunes semis de maïs dont les racines plongeaient dans de l'eau renfermant $^1/_{15}$ d'alcool méthylique a donné des résultats favorables ; au bout de huit jours, les feuilles étaient faiblement colorées en vert.

M. Kraus admet aussi une sorte de balance dans le développement des plantes, entre la croissance en longueur et le verdissement. Pour que la coloration devienne bien marquée, il faut que l'allongement s'arrête ; l'étiolement ou allongement excessif des entre-nœuds serait

[1] *Archives* 1876, tome LV, p. 335.

une des raisons pour lesquelles les tissus restent jaunes dans l'obscurité. Des germes de maïs étiolés, placés dans des vases de verre où leur allongement se trouve mécaniquement arrêté, verdissent par ce fait même en dehors de toute autre influence. On pourrait peut-être expliquer par des considérations analogues la couleur de certains cotylédons (conifères) et celle des pousses souterraines des graminées.

Enfin, dans les plantes vivantes, les acides organiques ne peuvent agir sur la chlorophylle que lorsque le protoplasma ne vit plus ; ils jouent probablement un rôle dans la désorganisation du principe colorant à la fin de la végétation.

M. Sorby [1], en étudiant les algues rouges, a trouvé dans leurs pigments six principes colorants divers, quatre du groupe Phycocyane et deux du groupe Phycoérythrine. Ces différentes substances qui peuvent toutes s'extraire dans l'eau, sont faciles à distinguer en chauffant les solutions et en les examinant au spectroscope ; leurs raies caractéristiques disparaissent du spectre à des degrés du thermomètre divers, mais fixes pour chacune d'elles. Leur répartition dans les différents groupes d'algues pourrait aider à la classification.

M. Emmerling [2], pour arriver à connaître comment se fait la décomposition des azotates dans les plantes, a eu l'idée de rechercher l'effet de l'acide oxalique sur des solutions diluées de ces sels. Employant d'abord l'azotate

[1] Sorby, On the colouring matter of red groups of Algae. *Journ. of Linn. Soc.* n° 81, 11 octobre 1875.

[2] Emmerling, Beiträge zur Kenntniss chemischer Vorgänge in Pflanzen. Habilitations-Schrift. Kiel, 1874.

de chaux, il a reconnu que l'acide oxalique le décompose, met en liberté l'acide azotique et des cristaux d'oxalate de chaux se précipitent. La réaction a encore lieu dans une solution d'un équivalent pour 800,000 centimètres cubes d'eau. Les azotates de potasse et de soude présentent des phénomènes analogues avec cette différence qu'il n'y a pas de précipité formé et que c'est en observant les phénomènes de diffusion que l'on peut arriver à reconnaître la présence de l'acide azotique libre. L'importance de ces réactions pour les plantes est évidente. L'eau qui circule dans le sol renferme toujours des azotates en dissolution ; d'un autre côté l'acide oxalique se rencontre dans presque tous les tissus végétaux. L'origine des cristaux d'oxalate de chaux si fréquents dans les cellules se trouve ainsi expliquée, et l'acide azotique mis en liberté et décomposé à son tour peut servir à la formation des matières protéiques.

On peut rapprocher avantageusement de ces expériences celles qu'a faites M. Lehmann[1] sur l'effet comparatif des nitrates et des sels ammoniacaux employés comme engrais. Du blé noir, du maïs et du tabac ont commencé à se développer sous l'influence de sulfate d'ammoniaque, mais ne sont arrivés à un état de végétation satisfaisant que grâce à l'emploi de l'azotate de chaux.

M. P. Lagrange[2] a cependant indiqué le sulfate d'ammoniaque comme ayant beaucoup d'action sur la végétation de la betterave ; l'acide sulfurique mis en liberté est neutralisé par les alcalis du sol et l'ammoniaque est décomposé dans les tissus.

[1] *Botan. Zeit.*, 1875, n° 38.

[2] *Comptes Rendus*, 1875, 8 mars.

M. Bœhm [1], en poursuivant de son côté des recherches sur le rôle des différents éléments des cendres dans la nutrition des végétaux, est arrivé à des conclusions intéressantes relatives aux sels de chaux. Il a remarqué que les plantes de Phaseolus multiflorus cultivées dans l'eau distillée, périssent avant que les principes assimilés accumulés dans la graine soient entièrement employés : on évite cet accident en ajoutant à l'eau distillée une petite quantité d'un sel de chaux. M. Bœhm attribue à celle-ci dans la constitution du squelette végétal un rôle analogue à celui qu'elle joue chez les animaux dans la transformation du cartilage en os.

La chaux ne paraît pas avoir d'influence sur la production de l'amidon, mais elle en a sur son transport à travers les tissus. Dans les mêmes expériences, M. Bœhm a remarqué que les plantes qui avaient reçu des sels de chaux renfermaient de l'amidon dans toutes leurs parties ; tandis que chez les autres, il restait accumulé dans l'entre-nœud inférieur. La nature de ce rôle est inconnue.

Citons encore quelques expériences sur la germination des graines et sur les phénomènes qui la provoquent ou la retardent. On s'est souvent demandé si le protoxyde d'azote ne pourrait pas remplacer l'air ordinaire et fournir aux jeunes germes l'oxygène nécessaire à leur développement. M. Borscow [2] a affirmé le fait ; M. Cossa [3], directeur de la station d'essai de Turin, est, au contraire,

[1] Jos. Bœhm, Ueber die Function des Kalkes bei Keimpflanzen der Feuerbohne. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 22.

[2] *Bull. de l'Ac. imp. des sciences de St-Pétersbourg*, 1817, tome XII, p. 303

[3] A. Cossa, Ueber die Keimung der Samen im Stickoxydulgase. — *Landw. Vers.-Stat.*, 1875, vol. XVIII, p. 60.

arrivé à un résultat négatif. Il a placé des semences de blé et de maïs dans une cloche pleine de protoxyde d'azote à une température de 12 à 15 degrés ; au bout de 12 jours aucune d'entre elles n'avaient germé, tandis que dans les expériences comparatives faites en même temps et dans les mêmes conditions, dans l'oxygène pur et dans l'air, la radicule était déjà visible au bout de deux jours.

M. Heckel [1] a constaté une action particulière du camphre bromé pour accélérer la germination de différentes espèces, et rapproche ce résultat de celui qu'avait obtenu M. Vogel [2] en faisant agir le camphre sur différents phénomènes de végétation.

M. Haberlandt [3] a recherché quelle était l'influence sur la germination de l'air renfermé dans les tissus de la graine ; il a expérimenté, en plaçant les unes à côté des autres, des graines normales et d'autres dans lesquelles le vide avait été fait sous la pompe pneumatique et où l'air avait été remplacé par de l'eau. Vingt et une espèces communément cultivées ont été employées. La germination des graines privées d'air a été normale, seulement un peu retardée sauf pour l'avoine, la betterave et un haricot qui, pour se développer, semblent avoir besoin de l'oxygène renfermé dans leurs tissus. De ces trois espèces, il ne s'est développé respectivement que 58, 32 et 40 $^{0}/_{0}$ des graines semées.

Le même auteur [4] a recherché dans quelles conditions les graines pouvaient germer en absorbant l'eau répan-

[1] *Comptes Rendus*, 1875, 3 mai.

[2] Vid. notre revue de 1874, *Archives*, février 1875.

[3] F. Haberlandt, Wie verhalten sich luftleer gemachte Samen beim Keimen? *Wiss. prakt. Unters.*, I, p. 104.

[4] F. Haberlandt, Die Aufnahme von gasförmigem Wasser durch Samen. Ibid., p. 63.

due à l'état de vapeur dans l'atmosphère et a reconnu que, pour que cela fût possible, il fallait nécessairement faire intervenir des changements de température suffisants pour amener une condensation d'eau à la surface des semences. Dans une atmosphère saturée de vapeur mais où la température est constante, aucune graine ne se développe. La germination est d'autant plus prompte et plus complète que les oscillations thermométriques sont plus accentuées et plus fréquentes. La quantité d'eau absorbée par les différentes espèces a varié de 30 à 100 pour cent du poids primitif de la semence.

Un élève de M. Haberlandt, M. Dimitrievicz [1], a fait sous sa direction quelques expériences sur le gonflement des graines avant la germination ; il a employé des semences de trèfle rouge, de colza et de pois et a trouvé que c'est à une température de 35° C. environ que le gonflement (mesuré en volume et en augmentation de poids), est le plus rapide et le plus complet, résultat qui est parfaitement d'accord avec l'ensemble des données que nous possédons sur la germination.

Le même observateur [2] a examiné la vitalité des graines de plantes cultivées qui étaient renfermées, les plus anciennes depuis onze ans dans un flacon. Il a trouvé d'assez grandes différences d'une espèce à l'autre ; celles qui perdent le plus vite leur faculté germinative sont l'ail, l'épinard, le colza, le cumin et la carotte (5 à 7 ans) ; celles, au contraire, qui l'ont gardée le plus longtemps sont le chanvre, la betterave, le melon, la luzerne, le tabac,

[1] Nicol. Dimitrievicz, Quellungsversuche mit einigen Samen. Ibid., p. 75.

[2] Nic. Dimitrievicz, Wie lange bewahren die Samen unserer Culturpflanzen ihre Keimfähigkeit. Ibid., 98.

etc. : une proportion considérable de graines, vieilles de onze ans, germa encore. Indépendamment des différences spécifiques, l'état de dessication plus ou moins parfaite de la graine joue un grand rôle dans sa vitalité.

L'influence d'un séjour prolongé dans l'eau sur la faculté germinative des graines est importante au point de vue surtout de la distribution géographique. Le laboratoire de M. Haberlandt nous fournit également quelques renseignements à cet égard sur les plantes cultivées dans nos pays. Pas plus ici que pour la vitalité des graines, il n'y a de règle absolue, tandis que, par exemple, l'orge a perdu toute faculté germinative après une immersion de 7 jours, une proportion s'élevant à 40 % des graines de betterave ont encore levé au bout de 69 jours. Ce qu'on peut dire, en général, c'est que la résistance à l'eau est d'autant plus grande que le testa de la graine est plus solide et plus imperméable. La faculté germinative commence à diminuer lorsque la semence a absorbé en se gonflant une certaine quantité d'eau. Cette proportion variable d'une espèce à l'autre est, par exemple, de 50 % du poids primitif pour l'avoine, 75 % pour le seigle, 35 % pour le maïs. Les graines gonflées ont perdu, lorsqu'elles sont soumises à l'analyse quelque chose de leur matière sèche; cette perte porte principalement sur les éléments minéraux, en particulier sur l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie.

Un des sujets qui, actuellement, attire le plus l'attention des physiologistes, c'est la nutrition des plantes dites

[1] Ant, Zöbl. Wie lange behalten die Pflanzensamen im Wasser ihre Keimfähigkeit. Ibid., p. 89.

carnivores. Nous avons esquissé, l'année dernière, l'ensemble des faits connus tels qu'ils ressortaient du mémoire du Dr Hooker [1] sur ce sujet. Depuis lors, on a beaucoup publié sur cette question ; l'ouvrage principal est celui de M. Darwin : « Insectivorous plants, » sur lequel nous ne reviendrons pas puisqu'il a déjà été analysé en détail, ici-même [2]. MM. Reess et Will [3] ont refait une bonne partie des expériences de M. Darwin et sont arrivés aux mêmes conclusions que l'éminent physiologiste anglais, c'est-à-dire que dans leur opinion le pouvoir digestif des glandes de Drosera, de Dionæa, etc., ne fait pas question. Pas plus que M. Darwin, ils n'ont réussi à isoler le contenu des glandes en quantité suffisante pour en faire l'analyse complète ; mais, comme M. Frankland, ils ont reconnu la présence des acides propioniques et butyriques, et de plus que celui-ci celle de l'acide formique qui pourrait, du reste, provenir des tissus même de la feuille. Enfin, MM. Reess et Will pensent qu'on doit attribuer aux cellules spiralées si abondantes dans les glandes de Drosera un rôle dans le transport de l'eau [4].

M. Clark [5] a cherché à démontrer, d'une façon bien

[1] *Archives*, février 1875, p. 123.

[2] *Archives*, novembre 1875.

[3] M. Reess et H. Will. Einige Bemerkungen über fleischessende Pflanzen. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 44.

[4] M. Cas. de Candolle a publié un mémoire que malheureusement sa date (Avril 1876) fait sortir de notre cadre, sur le Dionæa muscipula dans lequel il traite d'une manière très-complète toutes les conditions anatomiques du mouvement de ces feuilles. Il conclut, entre autres, que l'absorption des matières d'origine animale n'est pas nécessaire au développement du Dionæa.

[5] M. Clark, On the absorption of nutrient materials by the leaves of some insectivorous plants. *Journal of Botany*, 1875, septembre, page 268.

visible, le phénomène de l'absorption par les feuilles de plantes carnivores. Pour cela, il faisait macérer des mouches dans une solution de citrate de lithium dont le spectre présente des raies très-caractéristiques. Il plaçait ces mouches sur les feuilles des plantes mises en expérience, et examinait ensuite, au moyen du spectroscope, si l'on pouvait retrouver le lithium dans les tissus. Les recherches ont porté sur les Drosera rotundifolia et intermedia, et sur le Pinguicula lusitanica, et les résultats ont toujours été affirmatifs. Suivant le temps qui s'était écoulé depuis le début de l'expérience, les tissus examinés dénotaient la présence du lithium dans la feuille, le pétiole, la tige ou même la fleur. On pourrait objecter à cette méthode 1° que de l'absorption d'un sel minéral, on ne peut peut-être pas conclure absolument à l'absorption des principes organiques; 2° qu'elle ne nous donne en tous cas aucun éclaircissement sur l'avantage qui résulte pour la plante de l'absorption de matières organiques.

M. Cohn [1] signale l'Aldrovanda vesiculosa et l'Utricularia vulgaris comme des espèces qui doivent probablement s'ajouter à la liste des plantes carnivores. Les feuilles de la première qui, dans leur jeunesse, se ferment sous l'influence d'une excitation, comme celles de la Dionæa, les vésicules de la seconde qui sont fermées par une sorte de soupape très-facile à ouvrir du dehors en dedans, mais hermétiquement close du dedans au dehors, sont des piéges admirablement préparés pour retenir les insectes: on en trouve toujours dans les unes comme dans les autres. La preuve directe de la « digestion, » opérée par ces organes manque, mais ce phéno-

[1] F. Cohn, Ueber die Function der Blasen von Aldrovanda und Utricularia. *Bot. Zeit.*, 1875, 22 janvier.

mène paraît d'autant plus vraisemblable que les deux plantes en question flottent dans l'eau sans racine et ne peuvent, par conséquent, pas se nourrir comme les autres.

Enfin, M. Heckel[1] a remarqué que les glandes florales du Parnassia palustris ne semblent pas jouer un rôle dans la fécondation : elles attirent du moins fort peu d'insectes, et leur contenu n'est ni sucré ni odorant comme celui des nectaires en général, mais plutôt acide. Cette observation lui a suggéré l'idée qu'elles pourraient bien être des organes de digestion ; il les a vues, en effet, faire disparaître de petits diptères et des fragments de viande crue aussi vite que des feuilles de Pinguicula qui croissaient dans le voisinage.

Depuis l'apparition de l'important volume de M. Müller[2] sur la fécondation des fleurs nous n'avons pas eu à enregistrer de publication importante dans ce chapitre de la physiologie. Nous pouvons cependant signaler les observations de M. Wilson[3] sur le Triticum polonicum, desquelles il ressort que cette graminée se féconde parfaitement elle-même sans l'intervention d'aucun insecte. Les glumes sont disposées de telle façon que le pollen tombe nécessairement dans l'intérieur de la fleur, et les épis enfermés dans des bouteilles ont produit autant de graines que ceux qui s'étaient épanouis à l'air libre. M.

[1] E. Heckel, Fonctions des glandes de Parnassia. *Comptes Rendus*, 3 janvier 1876.

[2] Dr Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insecten. Leipzig, 1873.

[3] Al.-E Wilson, On the fertilisation of the Cereals. *Journal of Botany*, 1875, Avril, p. 121.

Wilson s'élève, du reste, contre les expressions trop absolues, suivant lui, de fécondation *croisée* et *spontanée* : Nous savons, dit-il, peu de chose des véritables rapports qui existent entre les parties d'une même fleur et entre les fleurs d'une même inflorescence. Lorsqu'un même grain de blé a produit plusieurs épis, la fécondation sera-t-elle bien différente si elle se produit dans une seule fleur, ou entre deux fleurs du même épi, ou entre deux épis voisins. Un raisonnement analogue pourrait s'appliquer à beaucoup de plantes.

Nous n'avons pas pu avoir sous les yeux deux opuscules sur le même sujet : l'un de M. O. Comas[1], sur la fécondation de différentes plantes, et l'autre de M. Pedicino relatif à la fécondation du Limodorum abortivum. D'après l'analyse qui en est donnée dans le Botanischer Jahresbericht du Dr Just, le premier de ces travaux ne serait qu'une production sans aucune valeur, dans laquelle l'auteur, ne tenant aucun compte de ce qui a été publié sur ce sujet, mentionne certaines plantes qui se fécondent spontanément, d'autres, au contraire, qui ne le peuvent pas. Il conclut que le nectar ne sert pas exclusivement à attirer des insectes et qu'on en trouve dans des fleurs qui se fécondent sans aucune aide étrangère. — Suivant M. Pedicino[2], l'organisation du gynostème chez le Limodorum serait telle que, contrairement à la loi générale des Orchidées, cette plante se féconderait sans l'intervention des insectes.

Quelques auteurs ont fourni des renseignements inté-

[1] O. Comas, Studii sulla impollinazione in alcune piante. Naples, 1874.

[2] Pedicino, Sul processo d'impollinazione nel Limodorum abortivum, Naples, 1874.

ressants sur les altérations morbides dont les tissus végétaux sont le théâtre, principalement sous l'influence des parasites. C'est ainsi que M. le professeur Martins[1] a étudié l'exsudation de la gomme sur les branches de l'Acacia Werek du Sénégal. Ce phénomène est généralement attribué par les voyageurs à l'action des vents secs du désert qui déterminent le fendillement de l'écorce amollie après la saison des pluies. Mais une autre cause peut la déterminer; c'est la présence d'un parasite du genre Loranthus (L. senegalensis Martins, voisin du L. pentagonia DC) signalé d'abord par M. Béranger-Féraud, médecin en chef de la marine, et décrit par M. Martins. La gomme exsude à la base de l'empâtement produit à la surface des rameaux d'acacia par l'insertion du parasite. D'après les matériaux qu'il avait entre les mains, l'auteur de cette note n'a pas pu décider si le parasite détermine ou favorise seulement la sécrétion de la gomme. C'est la seconde hypothèse qui est probablement la vraie. Le Loranthus affaiblit la vitalité de la branche sur laquelle il s'est développé; la gomme se produit alors par désorganisation du tissu ligneux, comme nous voyons la gomme indigène apparaître sur les branches malades des abricotiers ou des cerisiers.

Parmi les parasites qui infestent nos arbres fruitiers, le *puceron lanigère* originaire d'Amérique est un des plus nuisibles. Sous l'influence de ses piqûres le bois se couvre de tumeurs qui épuisent bientôt la vitalité de la branche. C'est la structure de ces tumeurs qu'a étudiée M. Pril-

[1] C. Martins, Sur un mode particulier de l'excrétion de la gomme arabique produite par l'acacia Werek du Sénégal. *Comptes Rendus* 1875, 8 mars.

leux [1]. D'après ses observations, le puceron vit à la face inférieure des rameaux; il introduit ses suçoirs à travers l'écorce jusqu'à la couche cambiale, et c'est le bois lui-même qui souffre de ses atteintes. Au début de la maladie, le tissu ligneux devient mou et pulpeux; les fibres se transforment en cellules à parois minces, pleines d'amidon, ainsi qu'on peut s'en assurer à la limite de la tumeur où l'on trouve tous les degrés intermédiaires entre fibres et cellules. Plus tard, tous les éléments du bois, y compris les vaisseaux qui d'abord avaient été respectés s'hypertrophient; les cellules se multiplient, grossissent, ne forment plus de série régulière, et bientôt il devient impossible de reconnaître aucune trace de l'organisation primitive. En général, l'écorce n'est pas atteinte, mais seulement soulevée et déchirée. Pendant l'hiver, la tumeur se dessèche; le printemps suivant, il se forme tout autour un bourrelet dont les tissus gorgés de sève sont choisis de préférence par l'insecte pour une nouvelle piqûre. Ces altérations du bois se rapprochent beaucoup de celles que le même auteur a signalées dans la production de la gomme par nos arbres fruitiers [2].

M. Hartig [3] a signalé différents cas de pourriture d'arbres forestiers vivants occasionnée par des champignons. C'est le Trametes Pini Fr. qui est la cause de la pourriture rouge (Rothfäule) des pins; il végète au centre du bois et ses fruits viennent se développer dans les rameaux creux. Différentes espèces de polypores (P. dryadeus, sulphureus, ignarius) attaquent les chênes et

[1] Prilleux, Tumeurs produites sur le bois des pommiers par le puceron lanigère. *Comptes Rendus*, 1875, 5 avril.

[2] Vid. Revue de 1874. *Archives* 1875, tome LII, p. 130.

[3] Hartig, Fäulniss-Erscheinungen an lebenden Waldbäumen. *Bot. Zeitung*, 1875, n° 3.

désorganisent le bois de différentes façons, en le colorant en rouge, en brun et en blanc.

M. Braun[1] énumère un certain nombre de plantes sur lesquelles il a constaté des galles produites par des petites anguillules, et consistant partout en une hypertrophie des tissus superficiels. Les attaques de ces petits animaux sont quelquefois sans importance, mais d'autres fois elles peuvent causer de sérieux dommages aux plantes cultivées. L'auteur ne donne, du reste, pas d'autre détail important sur ces phénomènes. Les plantes examinées sont le Gnaphalium Leontopodium, Achillea millefolium, Falcaria Rivini, Triticum vulgare, Phalaris Phleoides, Agrostis sylvatica, Dipsacus vulgaris. Les racines de quelques graminées, Poa annua, Triticum repens sont aussi attaquées par une anguillule qui y produit également des galles.

Nous terminerons enfin cette excursion rapide à travers les différents chapitres de la physiologie, en disant quelques mots de travaux relatifs aux ferments, à leurs conditions de vie et de développement. La théorie même de la fermentation est loin d'être assise sur des bases universellement admises. Dans ses premiers travaux publiés en 1861, M. Pasteur considérait ce phénomène comme une manifestation de la vie en dehors de l'influence de l'oxygène libre. Toute cellule capable d'accomplir un travail chimique dans son sein, sans mettre en œuvre de l'oxygène libre, provoque la fermentation; elle le fait en décomposant les substances qui retiennent ce gaz en combinaison, et la chaleur produite par cette réaction remplace celle qu'engendre, en général, la combustion sous l'influence de l'oxygène de l'air.

[1] *Bot. Zeit.*, 1875, n° 23.

M. Brefeld[1], dans ses travaux publiés depuis quelques années, a attaqué cette théorie en soutenant que la levure, comme toute autre plante, a besoin d'oxygène libre pour se développer, et que, par conséquent, elle ne croît ni ne se multiplie dans une solution quelconque où l'air n'a pas accès. Elle n'a pas non plus le pouvoir d'emprunter à des substances fortement oxydées, comme le sucre, l'oxygène nécessaire à son développement et c'est une erreur d'attribuer la fermentation à une propriété semblable. La levure qui, dans une liqueur sucrée, provoque l'apparition de l'alcool ne croît plus; tout le phénomène de la fermentation repose sur une manifestation vitale incomplète; les différents principes nutritifs, sucre, substances protéiques et minérales, oxygène libre, ne concourent pas simultanément et harmoniquement au développement des ferments. Cet état de choses peut se prolonger pendant plusieurs semaines; mais la force vitale de la levure s'affaiblit peu à peu. En d'autres termes, dès qu'il n'y a plus d'oxygène, la croissance et la multiplication des ferments s'arrête; ceux-ci sont alors aptes à provoquer la fermentation; dès qu'au contraire l'oxygène a libre accès, la fermentation cesse et les organismes se développent rapidement.

M. Traube[2] ne va pas aussi loin que M. Brefeld; il admet bien que, même hors de l'influence de l'oxygène, la levure se multiplie dans une certaine mesure; mais c'est

[1] O. Brefeld, Untersuch. über die Alcoholgæhrung. *Phys. Médic. Gesellsch. zu Wurzburg*, 26 juillet 1873, p. 163-178. — *Landw. Jahrb.* III, p. 65. — *Ber. der Deutsch. Chem. Gesellsch.*, vol. 7, p. 281. — *Verh. der Würtzburg. phys. med. Gesellsch.*, vol. 8, p. 96.

[2] M. Traube, Ueber das Verhalten der Alcoholhefe. *Ber. der Deutsch. Chem. Gesellsch*, 7e année, p. 872, 1402, 1786.

toujours une multiplication partielle et incomplète; la liqueur fermentescible ne renferme bientôt que des ferments morts, et sa transformation en alcool ne peut pas s'achever.

En face de ses contradicteurs, M. Pasteur[1] a maintenu l'exactitude de ses découvertes et a fait pour les prouver une nouvelle expérience dans laquelle il introduit dans un ballon, renfermant une liqueur sucrée et entièrement vide d'air, une petite quantité de levure en pleine vigueur. Malgré l'absence complète d'oxygène, la vie des ferments ne s'est pas arrêtée un instant; ils se sont multipliés jusqu'au moment où toute la liqueur a été transformée. Il pense que dans ses expériences, M. Brefeld a employé de la levure trop vieille, beaucoup moins apte que la jeune à se développer hors de la portée de l'air, et que M. Traube n'a pas eu sous la main, de la levure *parfaitement pure*; le mélange de ferments étrangers tend toujours à suspendre le phénomène.

L'illustre chimiste français maintient donc entièrement sa théorie; il affirme l'existence de deux catégories d'êtres, les *aérobies*, qui ont besoin d'air pour se développer et les *anaérobies*, qui peuvent s'en passer. Ces derniers sont les ferments, ils peuvent vivre sans oxygène libre, en empruntant celui dont ils ont besoin à la décomposition de certains corps qu'ils provoquent. Mais ils peuvent aussi se développer sous l'influence de l'air: ils peuvent, en d'autres termes, utiliser l'oxygène libre qu'ils trouvent à leur portée; leur activité comme ferments diminue alors: ils deviennent aérobies. Réciproquement certains

[1] Pasteur, Nouvelles observations sur la nature de la fermentation alcoolique. *Comptes Rendus*, 1875, 22 février.

corps aérobies, comme les moisissures, peuvent devenir anaérobies, lorsque leurs germes sont soustraits à l'influence de l'air.

M. Brefeld[1] a publié cette année encore une notice spécialement consacrée à la reproduction de la levure qui se fait de deux manières : par bourgeonnement et par fructification. La première méthode est la plus répandue, celle qui a été le plus souvent étudiée. La fructification (découverte par M. Reess en 1868) consiste, d'après l'auteur, dans la production de gonidies dans l'intérieur d'un sporange. Elle ne peut s'observer que dans des ferments spontanés récoltés par exemple dans du jus de raisin; on ne la voit jamais dans les liquides préparés artificiellement pour les expériences. Ce sont ces gonidies qui sont probablement chargées de la conservation de l'espèce; elles sont répandues partout dans l'atmosphère, dans les poussières, etc. Elles pénètrent dans les corps animaux avec les feuilles et les fruits qu'ils mangent, s'y reproduisent de nouveau, en ressortent avec les excréments pour recommencer leurs migrations. Des expériences directes ont montré à M. Brefeld que ces gonidies gardent la faculté de germer beaucoup plus longtemps que les bourgeons végétatifs de la levure.

Il existe deux genres de fermentation[2] : l'une due à une matière azotée non organisée (diastase), l'autre aux levures organiques, douées de vie et reproductibles dont nous venons de parler. Dans la pratique, il n'est pas toujours facile de les distinguer. L'influence de la température peut être utilisée dans ce but : le maximum d'action

[1] O. Brefeld, Biologie der Hefe. *Bot. Zeit.*, 1875, n° 23.

[2] Müntz, Sur les ferments chimiques et physiologiques. *Comptes Rendus*, 1875, 17 mai.

des ferments vivants est entre 35 et 45° ; celui des ferments diastasiques est plus haut, à un degré où la vie n'est guère possible. Mais M. Muntz a obtenu des résultats plus nets au moyen du chloroforme ; en en ajoutant une petite quantité aux liquides fermentescibles tels que le lait, l'urine, l'eau sucrée, on arrête tout à fait la fermentation. Les ferments diastasiques, au contraire, continuent à agir, malgré sa présence, comme auparavant.

M. Paul Bert[1] a également reconnu une différence d'action de l'air comprimé sur les deux sortes de ferments. Une pression de 23 atmosphères arrête la fermentation en tuant tous les ferments vivants. Elle est sans action sur les ferments diastasiques qu'elle conserve, au contraire, pendant longtemps purs de toute altération.

M. Gayon[2] a étudié la décomposition des œufs pourris, pour répondre à M. Donné, de Montpellier, qui avait nié dans ce cas la présence d'êtres organisés. Conformément aux lois générales de la putréfaction posées par M. Pasteur, l'auteur de cette note a constamment trouvé dans les œufs pourris des organismes de deux sortes : bactéries qui ne vivent et ne se développent que sous l'influence de l'oxygène, et vibrions qui vivent, au contraire, sans oxygène et qui succèdent aux précédents, caractérisant ainsi un degré de décomposition plus avancé de l'œuf. M. Gayon établit aussi que c'est dans l'oviducte de la poule que l'œuf rencontre les germes qu'il emporte avec lui et qui causeront plus tard sa désorganisation. M. Schnetzler[3],

[1] *Comptes Rendus*, 1875, 28 juin.

[2] Ulysse Gayon, Putréfaction spontanée des œufs. *Ann. Sc. nat.* 6e série, tome I, p. 201.

[3] D. Schnetzler, De l'action du borax dans la fermentation et la putréfaction. *Bull. Soc. vaudoise des Sc. nat.* 1874, p. 612.

professeur à Lausanne, s'est occupé de l'action du borax sur les substances protoplasmiques et a vu que toujours sous son influence le protoplasma se coagule et les mouvements vitaux sont arrêtés. Cet effet, bien visible dans les cellules de Vaucheria, d'Elodea, etc., s'exerce aussi sur les organismes inférieurs : tous les ferments en particulier sont tués par le borax qui maintient parfaitement fraîches les substances fermentescibles.

M. Jeannel [1] a reconnu, par expérience, que les racines des végétaux vivants interviennent comme agents d'assainissement des eaux putrides ; sous leur influence les bactéries disparaissent peu à peu et sont remplacées par des infusoires qui caractérisent les eaux relativement salubres. Le motif de cette action particulière n'est pas connu.

Enfin, M. Gorup.-Besanez [2] a découvert dans les fèves un ferment diastasique soluble dans la glycérine au moyen de laquelle on l'extrait; il transforme l'amidon en sucre et la fibrine en peptone, et joue probablement un rôle dans la germination.

M. Kossmann [3], de son côté, a pris date pour constater la découverte, dans les bourgeons et les jeunes feuilles, de deux ferments : l'un diastasique qui transforme le sucre de canne en glucose et l'amidon en dextrine et glucose ; l'autre digitalique qui a les mêmes effets et transforme de plus la digitaline soluble en digitalirétine et en glucose.

[1] *Comptes Rendus*, 1875, 29 mars.

[2] Gorup.-Besanez. Ueber das Vorkommen eines diastatischen und peptonbildenden Ferments in den Wicken-Samen. *Bot. Zeit.*, 1875, nº 34.

[3] *Comptes Rendus*, 1875, 30 août.

SUR LA

# CHALEUR SPÉCIFIQUE DES GAZ

PAR

**M. EILHARD WIEDEMANN**[1]

(Extrait communiqué par l'auteur.)

J'ai inséré précédemment dans les *Archives* une notice préliminaire sur une nouvelle méthode pour la mesure de la chaleur spécifique des gaz[2]; je vais maintenant résumer ici les résultats définitifs que j'ai obtenus depuis lors avec ce procédé. J'ai poursuivi jusqu'à 200 degrés les expériences dont je rendais compte alors; à cet effet, l'eau était remplacée dans l'appareil de chauffage par de la paraffine fondue, dont un thermomètre donnait exactement la température.

Pour les corrections diverses à apporter aux observations, on procédait comme l'indique M. Regnault.

En comparant les différents résultats que j'ai obtenus avec ceux de M. Regnault, on reconnait que ma méthode n'est nullement inférieure à la sienne comme exactitude. Mais comme la quantité d'eau employée dans mon calorimètre n'est que le dixième de celle que renfermait celui de M. Regnault, je n'ai besoin que d'une quantité de gaz dix fois moindre pour obtenir la même élévation de température. Grâce à l'économie de matière que je réalise

[1] *Pogg. Ann.*, tome CLVII, p. 1.

[2] *Archives*, 1874, tome LI, p. 73. Dans cette notice à la page 74, ligne 13, au lieu de 3 mètres de long et 9 centimètres de diamètre, lisez 4 centimètres de diamètre et 11 centimètres de long.

ainsi, j'ai pu, dans un temps relativement très-court, donner une assez grande extension à ces recherches.

Dans le tableau qui suit sont consignés les résultats que j'ai obtenus pour 7 gaz soumis jusqu'ici à l'expérience. La première, la deuxième et la troisième colonne contiennent les chaleurs spécifiques vraies des gaz, à 0, 100 et 200 degrés déduites par interpolation des chaleurs spécifiques moyennes et rapportées à l'unité de poids; la quatrième donne les différences entre les chaleurs spécifiques vraies à 0 et à 200 degrés, exprimées en fractions de la chaleur spécifique à 0; la cinquième, la sixième et la septième colonne contiennent les chaleurs spécifiques vraies, rapportées à l'unité de volume, la chaleur spécifique de l'unité de volume d'air étant prise égale à 0,2389. La huitième contient les poids spécifiques de chacun des 7 gaz; la neuvième enfin donne le rapport des produits du volume $V$ ou $V_1$ par la pression $P$ ou $P_1$, lorsque $P$ est environ une atmosphère, et $P_1$ à peu près deux atmosphères. L'écart entre ces chiffres et l'unité, à laquelle ils devraient être égaux pour des gaz parfaits, peut donner la mesure de la distance à laquelle ils se trouvent de cet état gazeux parfait.

| | CHALEUR SPÉCIFIQUE de poids égaux | | | | CHALEUR SPÉCIFIQUE de volumes égaux | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| | 0° | 100° | 200° | | 0° | 100° | 200° | Pds sp. | $\frac{PV}{P_1V_1}$ |
| Air . . . . . | 0,2389 | » | » | 0 | 0,2389 | » | » | 1 | 1,00215 |
| Hydrogène . . | 3,410 | » | » | 0 | 0,2359 | » | » | 0,0692 | — |
| Carbone . . . | 0,2426 | » | » | 0 | 0,2346 | » | » | 0,967 | 1,00293 |
| Acide carbon. | 0,1952 | 0,2169 | 0,2387 | 22,28 | 0,2985 | 0,3316 | 0,3650 | 1,529 | 1,00722 |
| Éthylène . . . | 0,3364 | 0,4189 | 0,5015 | 49,08 | 0,3254 | 0,4052 | 0,4851 | 0,9677 | — |
| Protox. d'azote | 0,1983 | 0,2212 | 0,2442 | 23,15 | 0,3014 | 0,3362 | 0,3712 | 1,5241 | 1,00651 |
| Ammoniaque . | 0,5009 | 0,5317 | 0,5629 | 12,38 | 0,2952 | 0,3134 | 0,3318 | 0,5894 | 1,01881 |

D'après la loi établie par Avogrado, des volumes égaux de différents gaz contiennent des nombres égaux de molécules; les chaleurs spécifiques à volumes égaux des gaz donnent donc aussi leurs chaleurs moléculaires.

La chaleur spécifique à pression constante déterminée par ces expériences se compose de deux éléments différents : premièrement, de la chaleur dépensée en travail dans la dilatation du gaz pour vaincre la pression extérieure ; elle se déduit du coefficient de dilatation et de la chaleur spécifique à 0,06902 calories pour un gramme d'air dont la température est élevée d'un degré ; secondement, de la chaleur transformée en travail intérieur que l'on pourrait déduire aussi directement de la chaleur spécifique à volume constant.

Les changements que la chaleur spécifique subit avec la température ne peuvent pas s'expliquer par le fait que les gaz s'écartent plus ou moins de l'état de gaz permanent. L'ammoniaque, par exemple, quoique beaucoup plus éloigné de l'état de gaz permanent que le protoxyde d'azote et l'acide carbonique, comme cela ressort des valeurs du rapport $\frac{PV}{P_1 V_1}$, présente avec la température une variation beaucoup moindre que ces deux gaz. Les petites différences que présente la variation du coefficient de dilatation pour les différents gaz montrent qu'elle ne peut pas non plus s'expliquer par les différences de celui-ci.

Il n'est pas non plus possible de chercher la cause de ces grandes variations de la chaleur spécifique dans une modification de la chaleur spécifique de l'un des deux éléments composant le gaz en question, par exemple, le carbone ou l'azote. Car, d'une part, l'azote même, comme

le montrent les expériences faites sur l'air, ne subit point de modification dans sa chaleur spécifique avec la température; d'autre part, la chaleur spécifique des différents composés du carbone, celle, par exemple, de l'oxyde de carbone ne change pas non plus avec la température. Pour ce dernier, il faudrait admettre avec M. Weber[1] que le carbone qui y est contenu possède des propriétés tout autres que le carbone composant l'acide carbonique. Il n'est évidemment pas impossible que les modifications de la chaleur spécifique du carbone déterminent aussi un effet du même genre sur l'acide carbonique.

Peut-être peut-on expliquer les variations de la chaleur spécifique avec la température, en admettant que l'échauffement en question y produit une dissociation lente, un relâchement[2] des liens qui unissent entre eux les divers atomes, cette circonstance étant accompagnée d'une absorption de chaleur. Le fait qu'il se produit un dégagement de chaleur lors de la décomposition du protoxyde d'azote n'est pas nécessairement contraire à cette manière de voir. M. Favre explique, en effet, ce dégagement de chaleur par la transformation de l'oxygène actif contenu dans le protoxyde en oxygène inactif. Aux températures basses auxquelles ont eu lieu nos expériences, la dissociation n'a pas été jusqu'à la décomposition complète; cette modification de l'oxygène peut donc ne pas avoir eu lieu encore.

Leipzig, mai 1876.

[1] Fr. Weber, *Pogg. Ann.*, 1875, t. 154, p. 578.
[2] Horstmann, *Ber. der Deutsch. Chem. Ges.*, II, p. 723.

---

# SUR LES CHANGEMENTS

QUE

# LES COEFFICIENTS DE FROTTEMENT DES GAZ

SUBISSENT

# AVEC LA TEMPÉRATURE

**Par M. EILHARD WIEDEMANN**

(Note communiquée par l'auteur.)

Si, comme je l'ai admis dans mon mémoire sur la chaleur spécifique des gaz, un gaz subit une sorte de dissociation par suite d'une modification de température, le diamètre des molécules de ce gaz ne devra pas changer avec la température suivant la même loi que dans le cas d'un gaz qui ne se décompose pas. D'après la nouvelle théorie des gaz, le coefficient de frottement d'un gaz donne une mesure relative du diamètre de ses molécules.

J'ai cherché à déterminer le coefficient de frottement pour une série de gaz. Je l'ai déduit du temps nécessaire à l'écoulement de ces différents gaz à travers des tubes capillaires.

Comme le coefficient de frottement absolu de l'air à 0 degré a été déterminé déjà avec une assez grande exactitude par les mesures de O.-E. Meyer, Maxwell, Kundt et Warburg et autres, je ne me suis pas arrêté à le déterminer de nouveau ; je me suis borné à établir les valeurs relatives pour d'autres gaz par rapport à l'air.

Je vais d'abord décrire l'appareil que j'ai employé. Le

gaz se trouvait dans deux boules en verre placées l'une au-dessus de l'autre et mesurant 7,3 centimètres de largeur et 4,5 centimètres de hauteur. Ces deux boules étaient reliées par un tube de verre de 8 millimètres de diamètre et de 15 centimètres de longueur environ ; elles étaient, en outre, disposées dans une caisse avec parois en verre, pouvant être remplie d'eau. Chacune d'elles présentait dans le prolongement du tube de raccordement un petit ajutage aussi en verre; à l'ajutage inférieur était adapté un robinet d'acier à trois voies portant deux tubes horizontaux. Par l'un de ces tubes horizontaux, on faisait arriver dans les deux boules du mercure provenant d'un réservoir qui en était plein et qui était disposé à cet effet de manière à pouvoir s'élever ou s'abaisser à volonté. L'autre tube servait ensuite à l'écoulement de ce même mercure.

La boule de verre supérieure était reliée d'une part à un manomètre à eau, avec tube à chlorure de calcium interposé, d'autre part au tube capillaire. A ce dernier était adapté un autre tube de verre de 1,8 centimètre de diamètre et de 4,8 centimètres de longueur environ, qui était rempli de tournure de cuivre et à l'aide duquel le gaz était porté à la température voulue avant de traverser le tube capillaire. Celui-ci avait à peu près 55 centimètres de longueur et 0,2 millimètres de diamètre. A l'autre extrémité du tube capillaire était adapté également un tube de verre plus large qui pouvait être fermé par un robinet. Le tube capillaire avec le tube plus large qui y était adapté était placé tantôt dans un bassin plein d'eau froide, tantôt dans un tube à double paroi, dans lequel circulait un courant de vapeurs d'aniline ou de vapeurs d'eau qui passaient d'abord dans le compar-

timent intérieur contenant le tube capillaire qu'elles portaient à leur température, puis dans le compartiment extérieur servant d'enveloppe isolante.

Pour faire l'expérience, on introduisait lentement le mercure dans la boule de verre inférieure en maintenant fermé le robinet placé à l'entrée du tube capillaire jusqu'à ce que le haut de la colonne mercurielle fût arrivé tout près d'une marque tracée sur le tube vertical. A ce moment on ouvrait le robinet, puis à l'instant où le mercure passait la marque, on mettait une montre à secondes en mouvement et on lisait la pression au manomètre. On maintenait cette pression constante pendant tout le temps de l'expérience en élevant graduellement le réservoir de mercure.

Au bout d'un temps déterminé, qui variait suivant le gaz et suivant la pression à laquelle on le soumettait (de 5 à 15 minutes), on fermait à la seconde juste le robinet d'accès du mercure ; ensuite on laissait s'écouler le mercure jusqu'à ce qu'il fût revenu affleurer à la marque. Le poids de mercure donnait alors la mesure du volume de gaz expulsé. Soit $v$ ce volume mesuré à la température T, $\pi$ la pression au manomètre réduite en millimètres de mercure, $p$ la pression atmosphérique, $t$ la température à laquelle ce gaz se trouve lorsqu'il traverse le tube capillaire de longueur $l$ et de diamètre $2r$, soit enfin $\tau$ la durée de l'expérience et $\alpha$ le coefficient de dilatation de l'air qui est égal à 0,00366 : on a alors pour l'expression du coefficient de frottement si l'on fait abstraction du glissement :

$$\eta = \frac{\tau\, 2p\,(2p+\pi)\,\pi\, r^4\,(1+\alpha T)}{v\, 2\,(p+\pi)\, 8l\,(1+\alpha t)}$$ [1]

[1] O.-E. Meyer, *Pogg. Ann.*, t. CXLVIII, p. 6 et suivantes.

En prenant le coefficient de frottement de l'air à 0 degré, 100 degrés et 184,5 degrés égal à 100, on obtient pour le coefficient de frottement des autres gaz les chiffres contenus dans le tableau suivant :

| | 8° | 100° | 184°,5 |
|---|---|---|---|
| Air. . . . . . . . . . . . . | 100 | 100 | 100 |
| Oxyde de carbone . . . . | 96,87 | — | 96,42 |
| Acide carbonique. . . . . | 80,5 | 85,63 | 87,50 |
| Protoxyde d'azote. . . . | 80,5 | 85,82 | 87,94 |
| Éthylène . . . . . . . . . | 56,24 | 60,02 | 61,93 |
| Hydrogène. . . . . . . . | 51,51 | 51,81 | |

Comme le montrent ces chiffres, le rapport entre les coefficients de frottement de l'oxyde de carbone, de l'air et de l'hydrogène demeure à très-peu près constant avec la température : il n'en est pas de même des coefficients de frottement des autres gaz étudiés. Il importe de remarquer que ce rapport se modifie presque de la même manière pour l'acide carbonique que pour le protoxyde d'azote; ces deux gaz possèdent donc le même poids moléculaire, la même chaleur spécifique, le même coefficient de frottement relatif et de plus leur chaleur spécifique et leur coefficient de frottement varient de la même manière avec la température.

Comme les chiffres obtenus sont plus faibles pour le protoxyde d'azote, l'acide carbonique et l'éthylène que pour l'air, mais s'en rapprochent pour des températures croissantes, il s'ensuit que leur coefficient de frottement varie plus rapidement avec la température que celui de l'air.

Mais si nous prenons le coefficient de frottement de l'air à 8 degrés égal à 100, les coefficients de frottement de l'air à 100 degrés et à 184,5 degrés, et ceux des au-

tres gaz aux mêmes températures prendront les valeurs contenues dans le tableau suivant :

| | 8° | 100° | 184°,5 |
|---|---|---|---|
| Air . . . . . . . . . . . . . | 100 | 123,1 | 141,1 |
| Oxyde de carbone. . . . | 96,87 | — | 136,0 |
| Acide carbonique . . . . | 80,48 | 104,8 | 123,4 |
| Protoxyde d'azote. . . . | 80,41 | 105,6 | 124,1 |
| Éthylène . . . . . . . . . | 56,24 | 73,89 | 87,38 |

Si nous prenons, comme on le fait généralement dans la nouvelle théorie des gaz, pour le coefficient de frottement $\eta$ à la température $\vartheta$ la valeur :

$$\eta = \eta_0 (1 + \alpha \vartheta)^n$$

dans laquelle $\eta$ est le coefficient de frottement à 0 degré et $\alpha = 0{,}003665$ ; on a donc :

$$\log \eta = \log \eta_0 + n \log (1 + \alpha \vartheta)$$

et de cette équation on déduit les valeurs de $n$ entre 0 et 100° et entre 100° et 184°,5.

| | 0°-100° | 0°-184°,5 | 100°-184°,5 |
|---|---|---|---|
| Air. . . . . . . . . . . . . | 0,7333 | | 0,6701 |
| Oxyde de carbone . . . . | | 0,6949 | |
| Acide carbonique. . . . . | 0,9296 | | 0,8024 |
| Protoxyde d'azote . . . . | 0,9602 | | 0,7874 |
| Éthylène . . . . . . . . . | 0,9645 | | 0,8226 |

Quoique nous ne considérions pas comme bien exactes les valeurs admises jusqu'ici pour les changements que $n$ subit avec la température dans le cas de l'air, vu que les moindres erreurs de mesure modifient ces résultats dans des proportions considérables; néanmoins il résulte des chiffres ci-dessus que $n$ ne possède en tous cas pas pour tous les gaz la même valeur et que cette valeur ne se

modifie pas pour eux tous de la même manière avec la température[1].

Pour donner aussi une interprétation suffisante de ces faits, la théorie mécanique des gaz devrait nécessairement subir quelques modifications importantes que l'on ne pourra déterminer que par de nouvelles et plus amples recherches.

Il conviendra de compléter ces résultats par des mesures analogues sur le chlorure d'éthyle et d'autres gaz dont les molécules sont plus complexes encore et dont je me propose de déterminer aussi la chaleur spécifique.

Leipzig, mai 1876.

[1] Ce résultat a été également obtenu par M Obermeyer (*Wiener Anzeiger*) dans une notice dont je n'ai eu connaissance qu'après que l'impression de mon travail était commencée.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

## PHYSIQUE

WILLIAM SIEMENS. ACTION DE LA LUMIÈRE SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU SELENIUM. (*Nature*. 23 mars 1876, p. 407.)

M. William Siemens a fait au mois de mars dernier une communication intéressante sur ce sujet à l'Institution Royale dont nous extrayons ce qui suit :

Le selenium a été découvert, comme on le sait, en 1817, par Berzelius en distillant des pyrites de fer. C'est une substance fusible, combustible et fort semblable au soufre, au phosphore et au tellure. En liquéfiant le selenium à la température de 217°C. et en le refroidissant ensuite rapidement, on obtient un corps brun, amorphe, à cassure conchoïdale et non conducteur de l'électricité ; si on le chauffe ensuite seulement à 100° et si on le maintient à cette température, il devient cristallin et légèrement conducteur, cette conductibilité augmentant avec le pouvoir de la batterie et variant avec le sens du courant, comme cela a été observé récemment par le professeur Adams.

Le 12 février 1873 M. Willoughby Smith annonça à la réunion de la Société des Telegraph Engineers que M. May, télégraphiste à Valentia, avait observé qu'un barreau de selenium cristallisé exposé à la lumière offrait une beaucoup moins grande résistance au passage d'un courant électrique que lorsqu'il était placé dans l'obscurité. Ce fait fut confirmé par le comte Rosse, qui prouva que ce phénomène était dû uniquement à l'action de la lumière et variait sous l'influence des diverses parties du spectre ; puis par M. Sale et conjointement ensuite par MM. H.-N. Draper et R.-J. Moss.

Une année plus tard ce sujet a été repris séparément par deux savants, le professeur Adams en Angleterre et le docteur Werner Siemens à Berlin, et voici les résultats auxquels ce dernier est arrivé.

Pour faire ses expériences, M. Siemens employait le selenium de la manière suivante : Deux spirales de fils de platine étaient placées sur une plaque de mica, et à une certaine distance l'une de l'autre, de manière à ne pas se toucher, puis une goutte de selenium était déposée sur les fils et avant que la solidification eût lieu, on plaçait dessus une autre plaque de mica. Les extrémités libres des fils de platine servaient à introduire le selenium dans un circuit galvanique.

Le selenium amorphe ne produit aucune déviation du galvanomètre soit à la lumière, soit dans l'obscurité.

Si un disque de selenium maintenu pendant quelque temps à 100° C., puis refroidi, est inséré dans le courant, on constate au contraire une légère déviation du galvanomètre sous l'influence de la lumière, mais elle est toujours nulle dans l'obscurité. Si enfin le disque a été maintenu pendant plusieurs heures à 210° C., c'est-à-dire à une température un peu inférieure au point de fusion, puis refroidi graduellement, la déviation du galvanomètre à peine sensible dans l'obscurité, devient considérable à la lumière.

Il résulte aussi des expériences de M. Siemens que le selenium ne conduit pas l'électricité au-dessus de 80° C. et que depuis cette température jusqu'à 210° C. la conductibilité augmente graduellement, puis elle diminue ; en le laissant refroidir on constate la même marche. M. Siemens appelle le premier changement obtenu dans le selenium en le chauffant à 100° C. modification électrolyte, et modification métallique celle qui est due à un réchauffement de 210° C. Avec la modification électrolyte la conductibilité s'accroît par l'élévation de température, tandis qu'avec la modification métallique elle décroît. La modification métallique est cependant bien meilleure conductrice de l'électricité, mais elle est moins stable et cette conductibilité est beaucoup augmentée

sous l'influence de la lumière, comme cela ressort des résultats suivants obtenus par M. Obach dans le laboratoire de M. Siemens :

| Selenium placé dans : | *Conductibilité relative.* *Déviation.* | *Rapport.* | *Résistance.* |
|---|---|---|---|
| 1) Obscurité | 32 | 1 | 10,070,000 |
| 2) Lumière diffuse | 110 | 3,4 | 2,930,000 |
| 3) Lumière d'une lampe | 180 | 5,6 | 1,790,000 |
| 4) Lumière solaire | 470 | 14,7 | 680,000 |

Il résulte de ces expériences une extension de la théorie d'Helmholtz, à savoir : que la conductibilité des métaux varie en raison inverse de leur chaleur totale (Helmholtz ayant seulement en vue la chaleur sensible), et l'influence de la lumière sur le selenium doit être expliquée par un changement dans l'état moléculaire des portions éclairées de sa surface, ou à un dégagement de chaleur spécifique, ou un changement de l'état électrolyte à l'état métallique. En soumettant une plaque de selenium sensible aux diverses portions du spectre, M. Siemens a constaté que les rayons actiniques ne produisaient aucun effet appréciable, et que l'influence augmentait au contraire à mesure que l'on se rapprochait du rouge sombre, pour diminuer ensuite et devenir nulle dans le spectre purement calorifique.

Il est clair qu'on pourra utiliser sans doute avec avantage le selenium en photométrie et M. Siemens a déjà construit un photomètre fondé sur la singulière propriété que présente cette substance.

Pour montrer la sensibilité du selenium par une expérience frappante, M. W. Siemens a construit l'appareil suivant : Ayant pris une sphère creuse munie de deux ouvertures opposées, il a placé une lentille convergente à l'une et à l'autre une plaque de selenium en communication avec un courant électrique et un galvanomètre. La lentille étant recouverte par deux écrans mobiles, on peut comparer le tout à un œil, les écrans représentant les paupières, et la plaque de selenium la rétine. Dès que l'on enlève les écrans on voit le galvanomètre dévier et la grandeur de la déviation dépend

de la couleur de la lumière qui converge au foyer coïncidant avec le selenium, très-faible si la lumière est bleue, elle est plus considérable si la lumière est rouge, et bien plus encore s'il s'agit d'une lumière blanche.

Cet œil artificiel pourrait facilement être mis en communication avec un électro-aimant qui replacerait automatiquement les écrans devant la lentille; on a constaté du reste que, comme l'œil ordinaire, il était susceptible de fatigue et ne pouvait pas fonctionner indéfiniment.

---

## CHIMIE.

Dr Karl Heumann. — Contributions a la théorie des flammes éclairantes. (*J. Liebig's Annalen der Chemie*, tome CLXXXI, p. 129.)

L'ingénieuse théorie de Davy, attribuant d'une manière exclusive le pouvoir éclairant des flammes à la présence de particules solides portées à l'incandescence, a soulevé depuis quelques années de fréquentes objections et ne peut plus être considérée comme suffisante pour rendre compte de tous les faits.

Ce fut d'abord M. Frankland [1] qui fit remarquer que cette théorie n'expliquait point la lumière que communiquent aux flammes certaines substances qui ne forment que des produits volatils, l'arsenic par exemple, et surtout son sulfure. Il montra que le pouvoir éclairant d'une flamme ordinaire est proportionnelle à la pression de l'atmosphère dans laquelle a lieu la combustion, et que la flamme de l'hydrogène et surtout celle de l'oxyde de carbone dans l'oxygène deviennent très-lumineuses sous une pression de 10 atmosphères, bien qu'elles ne renferment aucune particule solide. Il conclut de ses expériences que la lumière est essentiellement due à l'incandescence de gaz ou de vapeurs d'une grande

[1] *Proceedings of the R. Soc. of London*, XI, 137 et 366 et XVI, 419.

densité, et attribue l'éclat de la flamme du gaz et des combustibles organiques à la présence de carbures d'hydrogène fortement condensés.

A la suite des communications de M. Frankland, M. H. Sainte-Claire Deville [1] remarquait que ce savant n'avait pas assez tenu compte de la température des flammes, laquelle, suivant lui, jouait le rôle le plus important dans ces phénomènes, tandis que la présence de carbures d'hydrogène condensés lui semble incompatible avec la facile destruction de ces carbures par la chaleur. Les corps gazeux émettent des raies brillantes de plus en plus nombreuses à mesure que la température s'élève : ils arrivent donc à produire une flamme brillante, d'autant plus éclairante que leur spectre contiendra des raies de réfrangibilités plus différentes. Ce savant admet que le pouvoir éclairant d'une flamme entièrement gazeuse est une propriété spécifique qui se rattache à la production des raies fournies par les matières qu'elle contient : il est aussi inexplicable que les propriétés spécifiques des corps eux-mêmes, la densité, la couleur, etc.

Plus tard, M. Knapp [2] signala une expérience curieuse. Tout le monde connaît les brûleurs à gaz de Bunsen, dans lesquels un filet de gaz, lancé dans l'axe et à la base d'un tube métallique garni d'ouvertures latérales, entraîne un courant d'air et vient brûler à l'orifice supérieur de ce tube avec une flamme bleue, non lumineuse et ne déposant pas de noir de fumée. On avait généralement expliqué ce fait par une combustion plus instantanée et plus complète du charbon, résultant du mélange du gaz d'éclairage avec l'oxygène de l'air. Or, M. Knapp a montré que le même résultat est obtenu, quand on remplace l'air, dans ce mélange, par des gaz inertes, comme l'azote ou l'acide carbonique qui ne peuvent contribuer en rien à la combustion du charbon. Il a conclu de cette expérience que la suppression de la lumière était due à un abaissement de température et surtout à la

[1] *Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences*, LXVII, 1089.
[2] *Journal für prakt. Chemie*, 2me série, I, 428.

dilution du gaz combustible. Cette dernière cause, suivant lui, donnerait aussi l'explication des phénomènes observés par Frankland, relatifs à l'influence de la pression.

MM. Stein[1] et Blochmann[2] ont rattaché cette influence à la théorie primitive de Davy, en admettant que l'oxygène de l'air extérieur pénètre plus facilement dans l'intérieur du gaz combustible ainsi dilué et peut ainsi brûler plus rapidement le charbon.

Plus récemment enfin, M. F. Wibel[3] a cherché à renverser cette explication et à montrer que l'éclat ou l'absence de lumière de la flamme du gaz est uniquement dû à la température de cette flamme. Il cite surtout, à l'appui de son opinion, ce fait que lorsque la flamme a été rendue obscure, dans un brûleur de Bunsen, par l'addition au gaz soit d'air, soit d'un gaz quelconque, il suffit, pour lui rendre son pouvoir lumineux, de chauffer le tube métallique par lequel s'échappe le gaz, bien que cette opération ne puisse qu'augmenter l'état de dilution de ce gaz.

Le mémoire actuel de M. Heumann tend à établir qu'aucune des explications successivement données par les divers auteurs que nous venons de citer ne suffit à elle seule pour rendre compte de tous les faits observés, mais que toutes ces causes peuvent intervenir séparément ou simultanément.

L'élévation de température de la flamme peut suffire pour lui donner le pouvoir éclairant qu'elle ne posséderait pas à une température plus basse. L'expérience de M. Wibel ne suffit pas pour en donner la démonstration rigoureuse. Car on pourrait supposer que le fait de chauffer le tube par lequel sortent les gaz modifie, par un changement de pression, les conditions du mélange gazeux en opposant une plus grande résistance à l'aspiration de l'air extérieur. L'auteur s'est mis à l'abri de cette cause d'incertitude en faisant brûler un mélange de gaz d'éclairage et d'air ou d'acide carbo-

[1] *Journal für prakt. Chemie*, 2me série, IX, 180.

[2] *Liebig's Annalen der Chemie*, CLXVIII, 355.

[3] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, VIII, 226.

nique, mélange préparé à l'avance dans un gazomètre. Il a constaté que ce mélange sortant par un tube froid brûle avec une flamme bleue non lumineuse ; que la flamme devient blanche et brillante si l'on chauffe le tube par lequel sort le gaz. Il a vu aussi que la flamme redevient obscure si le gaz, après avoir été chauffé sur un point de son parcours, de manière à brûler avec lumière, est refroidi par une circulation postérieure au travers d'un tube froid. Ainsi le phénomène est bien dû à la température de la flamme et non à une modification chimique qu'aurait subi le gaz sous l'influence de la chaleur.

L'influence de la chaleur seule est d'ailleurs mise en évidence par une expérience très-simple. Un filet de gaz d'éclairage enflammé est dirigé horizontalement sur la surface d'une capsule de platine suspendue verticalement ; la flamme étalée et refroidie au contact du métal devient bleue et obscure. A la rigueur, on pourrait attribuer ce changement à l'épanouissement de la flamme permettant une plus facile admission de l'air extérieur. Mais il suffit, pour rendre à cette flamme étalée tout son éclat, de chauffer au rouge la capsule de platine par le moyen d'un fort bec de Bunsen dirigé contre sa face postérieure.

Mais, si un abaissement de température peut suffire pour anéantir l'éclat d'une flamme, le même effet peut aussi être produit par la dilution du gaz. Parmi les nombreuses observations à l'appui de ce fait, on peut particulièrement citer celle due à M. Stein, que la flamme du gaz d'éclairage peut être rendue obscure par le mélange de ce gaz avec l'oxyde de carbone, bien que l'effet pyrométrique de ce gaz combustible soit à peu près le même que celui du gaz d'éclairage, en sorte que la température de la flamme ne doit pas être sensiblement abaissée. Il a également montré que la flamme du gaz rendue obscure par le mélange d'azote possède encore une chaleur suffisante pour décomposer, avec séparation de charbon, le gaz d'éclairage.

D'ailleurs l'idée de supposer le pouvoir éclairant d'une flamme dépendant uniquement de sa température serait en

contradiction avec l'usage journalier des brûleurs de Bunsen, qui donnent une flamme bien plus chaude lorsqu'elle n'est pas lumineuse.

Pour se rendre compte de ces faits, il faut admettre, d'après M. Heumann, que, pour rendre l'éclat à une flamme de gaz rendue obscure par sa dilution, soit par de l'air soit par un gaz inerte, il faut que cette flamme soit portée à une température bien plus élevée que celle qui suffirait si ce gaz n'avait pas été dilué. C'est ainsi que la flamme d'un brûleur de Bunsen, alimentée par de l'air, reste obscure bien que sa température soit plus élevée que celle de la flamme lumineuse, et ne devient brillante que lorsqu'on chauffe fortement le tube d'où elle se dégage.

La double influence de la température et de la dilution explique bien aussi la difficulté que l'on éprouve à rendre obscure la flamme d'un mélange de gaz d'éclairage et d'oxygène. On n'y parvient qu'en augmentant considérablement la rapidité du courant d'oxygène et en interposant dans la flamme un treillis de fils de platine. Cela résulte évidemment de la température extrêmement élevée produite par la combustion du gaz avec l'oxygène pur.

L'effet de la dilution peut se produire par le mélange d'un gaz étranger soit avec le gaz combustible, soit avec le gaz comburant. De là, l'explication de l'affaiblissement et de la disparition du pouvoir lumineux de la flamme du gaz d'éclairage, brûlant dans un ballon primitivement rempli d'air ou d'oxygène à mesure que celui-ci est plus dilué par l'accumulation des produits gazeux de la combustion.

Indépendamment de ces deux causes, il faut aussi tenir compte des circonstances qui facilitent une combustion plus instantanée du charbon et qui rattachent ainsi ces phénomènes à la théorie ancienne de Davy. C'est ainsi que s'explique la diminution de lumière d'une petite flamme de gaz qu'on transporte de l'air atmosphérique dans une atmosphère d'oxygène pur. Cet effet ne peut se produire qu'à la condition que le principe lumineux de la flamme soit susceptible de se transformer par l'oxydation, comme le charbon, en un gaz

non éclairant. Et, en effet, le pouvoir éclairant d'une flamme d'hydrogène renfermant des vapeurs d'oxychlorure de chrome, de bichlorure d'étain ou de chlorure de sodium, augmente au contraire quand on la transporte de l'air dans l'oxygène.

L'auteur cite encore plusieurs expériences intéressantes et arrive ainsi à cette conclusion que la diminution du pouvoir éclairant peut provenir de trois causes : l'abaissement de température de la flamme, la dilution et l'oxydation rapide de l'élément combustible.

Il conviendrait, sans doute, d'y ajouter la diminution de pression, qui remplacerait la dilution par un gaz étranger, et la nature spécifique des matières contenues dans la flamme, conformément à l'opinion de M. H. Deville, mais l'auteur ne s'est occupé dans ce travail que de la flamme du gaz ordinaire, sous la pression atmosphérique.

Peut-être pourrait-on supposer que, si la dilution du gaz combustible et l'abaissement de température de la flamme amènent une diminution de son éclat, ces deux causes pourraient bien, dans beaucoup de cas, n'agir qu'indirectement en s'opposant à la décomposition des carbures d'hydrogène et à la séparation du charbon qui demeurerait, suivant la théorie de Davy, la cause la plus efficace du pouvoir lumineux. Il y aurait quelque intérêt sous ce rapport à constater si le gaz d'éclairage, dilué par une diminution de pression ou par le mélange avec un gaz étranger, n'exigerait pas, pour sa décomposition, une température beaucoup plus élevée que dans son état naturel.

C. M.

---

## MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

L. Gruner. — Sur les causes qui ont amené le retrait des glaciers dans les Alpes. (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1876, LXXXII, 632.)

Tous ceux qui ont parcouru les Alpes ont pu remarquer combien les glaciers ont changé d'aspect depuis une ving-

taine d'années : leur diminution soit en hauteur, soit en largeur est très-frappante et, déjà vers 1855, les glaciers étaient beaucoup moins grands que vers 1817 et 1820.

M. Gruner a mis ce recul en rapport avec des données météorologiques : nous rendrons compte de ce travail en ajoutant quelques réflexions.

Quelques personnes se sont occupées de mesurer cette marche rétrograde des glaciers ; elles sont malheureusement en petit nombre, quoiqu'il y ait maintenant tant d'amateurs des montagnes. Les membres des clubs alpins pourraient aisément rendre leurs excursions utiles à la science en recueillant des mesures, mais ils ne paraissent pas avoir pris ce sujet à cœur jusqu'à présent.

M. Ch. Martins écrivait dans nos *Archives*, en 1865, que les glaciers du Mont-Blanc avaient cessé d'avancer vers 1854, qu'en douze années, à partir de ce moment, le glacier des Bossons avait reculé de 332$^{m}$, celui des Bois de 188$^{m}$, celui d'Argentière de 181$^{m}$ et celui du Tour de 520$^{m}$.

Nous rappellerons qu'on peut trouver dans ce recueil[1] quelques renseignements sur le glacier des Bossons et nous en ajouterons d'autres relatifs au glacier des Bois ou Mer de Glace, qui a éprouvé un recul très-considérable.

Le point de repère des mesures suivantes est un gros bloc erratique qui porte la date 1825 et qui, selon la tradition, était alors à l'extrémité inférieure du glacier des Bois : les chiffres indiquent la distance qui séparait ce bloc de l'extrémité inférieure du glacier à différentes époques :

| | |
|---|---|
| 4 août 1867 | 367 mètres |
| 6 septembre 1868 | 470 » |
| 11 août 1869 | 567 » |
| 20 juillet 1870 | 638 » |
| 12 juillet 1874 | 1045 » |

Au commencement de cette retraite générale des glaciers des Alpes, on a remarqué quelques glaciers qui ont excep-

[1] *Archives*, 1876, t. LV, p. 393.

tionnellement continué à avancer pendant quelques années, mais maintenant tous se retirent.

M. Gruner, en se servant de données contenues dans les résumés météorologiques, publiés par M. le professeur Plantamour, d'après les observations faites à Genève et au Grand St-Bernard, a trouvé :

A Genève (altitude 405m)[1]

Pour une période de trente-cinq années, de 1826 à 1860[2].

| | |
|---|---|
| *Température moyenne* | +9°,16 |
| *Chutes d'eau annuelles* | 0m,825 |

et pour une période de quatorze années, de 1861 à 1874

| | |
|---|---|
| *Température moyenne* | +9°,79 |
| *Chutes d'eau annuelles* | 0m,741 |

Au Grand St-Bernard (altitude 2475m)

Pour une période de vingt ans, de 1841 à 1860[3]

| | |
|---|---|
| *Température moyenne* | —2°,04 |
| *Chutes d'eau annuelles* | 1m,287 |
| *Hauteur moyenne des chutes de neige accumulées* | 10m. |

et pour une période de quatorze années, de 1861 à 1874

| | |
|---|---|
| *Température moyenne* | —1°,12 |
| *Chutes d'eau annuelles* | 1m,083 |
| *Hauteur moyenne des chutes de neige accumulées* | 4m,84 |

M. Plantamour considère les chiffres des chutes de neige accumulées comme approximatifs, parce que la mesure en est très-difficile.

[1] 488m serait un chiffre plus exact.

[2] *Archives*, 1864, t. XIX, p. 30.

[3] *Archives*, 5me année, t. XIII, p. 31.

D'après ces données : à Genève, la période de 1861-1874, comparée à celle de 1826-1860, présente une température moyenne de 0°,63 plus élevée et une chute d'eau moyenne de 0m,084 moins forte.

Au St-Bernard, la période de 1861-1874, comparée à celle de 1841-1860, présente une température moyenne de 0°,92 plus élevée, une chute d'eau moyenne de 0m,204 plus faible et une chute de neige d'environ moitié moins forte.

Ces chiffres démontrent avec la plus grande évidence la liaison qui existe entre les agents atmosphériques et la marche des glaciers. M. Gruner se demande si ce changement, survenu depuis quinze ans, sera permanent ou suivi d'un retour de froid et d'humidité, ce qui entraînerait une extension des glaciers. Il laisse deviner son opinion en faisant remarquer que, pendant le moyen âge, les glaciers étaient moins étendus que maintenant, ce qui semble indiquer une certaine périodicité dans ce phénomène. A. Favre.

---

## BOTANIQUE.

Th. Meehan. — Les insectes ont-ils une action positive sur la fécondation des végétaux ? (*Forney's weekly press*, Philadelphie, 21 août 1875.)

L'auteur ne s'est pas rangé à l'opinion la plus répandue depuis les travaux de M. Darwin de l'utilité, très-fréquente, des insectes pour la fécondation végétale. Il remarque d'abord qu'autrefois on admirait les arrangements de certaines fleurs, par exemple de Fuchsia, pour favoriser la chute du pollen sur les stigmates, et qu'on était alors disposé à voir partout des combinaisons aussi heureuses. Il se demande si, maintenant, des idées différentes ayant été trouvées justes dans certains cas, on n'est pas trop disposé à les généraliser. Comme encouragement à la prudence et aux bonnes observations, la remarque n'est pas sans valeur, mais sans s'arrêter beaucoup à des réflexions de cette nature, il est bon de connaître les faits que M. Meehan dit avoir constatés chez lui, à Germantown. En voici quelques-uns :

« Le trèfle rouge est recherché par les bourdons (humble bees), mais quand il arrive, ce qui est fréquent chez moi, que le trèfle blanc fleurit en abondance, ces insectes abandonnent le rouge. J'ai surveillé attentivement, de jour et de nuit, pendant une semaine, les champs de trèfle rouge après qu'ils avaient été abandonnés par les bourdons, sans avoir aperçu autre chose que rarement quelques lepidoptères diurnes sans importance pour d'aussi grandes étendues, et cependant les graines ont été aussi abondantes que dans les prés les plus fréquentés par les insectes....... » Les expériences de M. Darwin sur le trèfle blanc m'avaient ébranlé, car il est bien rare de le trouver en défaut sur les faits. Il dit avoir protégé quelques pieds contre les abeilles et qu'alors ils n'ont pas donné de graines, tandis que d'autres exposés aux abeilles en ont donné des milliers en bon état. Dans les fleurs que j'ai examinées, je suis certain que toujours le pollen s'était répandu sur le pistil avant l'éclosion de la corolle et avant qu'aucun insecte ait pu pénétrer. M. Darwin ne dit pas comment il avait protégé ses fleurs. La nutrition est souvent contrariée par les procédés de « protection » et il s'ensuit le manque de graines. J'ai couvert une parcelle de trèfle avec un treillis dont les mailles ont $^1/_8$ de pouce de diamètre. Aucune abeille ne peut y passer. Je crois pouvoir dire que chaque fleur a mûri ses graines. Malheureusement, j'ai découvert une fois une petite guêpe (sandwasp) qui avait pénétré et qui ramassait du pollen dans une fleur. Je ne pense pas qu'aucune autre soit entrée : cependant cela diminue sérieusement la valeur de l'expérience. »

« Dans le *Melampyrum americanum* le sommet recourbé du pistil est embrassé par les étamines et se trouve en contact avec le pollen, comme dans les violettes cleistogames. Un grand nombre de plantes ont le pistil couvert de leur pollen avant l'ouverture de la fleur. J'ai répété des expériences que j'avais déjà faites sur les *Wistaria*, *Lathyrus*, *Colutea*, *Ballota*, *Glycine*, *Cercis*, *Genista*, *Leonurus*, *Phaseolus*, *Linaria*, *Pisum* et autres. Cela se voit surtout au commencement de la saison ; plus tard le pollen se répand plus souvent en

même temps que s'ouvre la corolle. On objectera que le pollen n'est pas propre à la fécondation lorsqu'il est sur le stigmate, parce qu'il faut un état particulier de celui-ci. Mais le pollen a une longue vitalité. J'ai soumis des fleurs non épanouies de *Wistaria sinensis* à mon ami, le D[r] Gibbons Hunt, de Philadelphie, très-habile dans les observations au microscope ; il m'a certifié que les tubes polliniques étaient descendus au travers du pistil à l'ovaire. Beaucoup de fleurs qui ont été citées en Europe pour la nécessité où elles sont d'être fertilisées par les insectes, non-seulement donnent des graines quand elles sont fécondées avant de s'ouvrir, mais en donnent aussi fréquemment lorsqu'elles n'ont pas été visitées par des insectes et quelquefois lorsqu'elles ont des arrangements pour se féconder elles-mêmes. C'est le cas des observations du D[r] Farran, en 1869, sur les haricots, du D[r] Ogle, en 1870, sur le *Scarlet runner*, de M. Bennett sur la pensée, et de moi-même sur le *Linaria vulgaris*. Dans mon jardin, j'ai vu rarement des insectes sur le pois ordinaire, et cependant toutes ses fleurs donnent des graines. Les haricots de Lima et des buissons (bush beans) sont aussi rarement visités chez moi et donnent des graines abondamment. Les *Lobelia* sont un exemple de belles combinaisons pour favoriser les insectes. Je confesse ne pas comprendre comment ils seraient fécondés par leur propre pollen, mais je sais positivement que le *Lobelia Erinus* entièrement protégé des insectes, sous verre, donne des graines en abondance. »

Nous avons cru utile de mentionner ces faits tels que M. Meehan les indique, afin qu'on les vérifie et qu'on évite l'écueil de généraliser certaines idées, la fécondation pouvant, après tout, fort bien arriver tantôt d'une manière et tantôt d'une autre dans la même espèce, et pouvant aussi se produire peu ou médiocrement, une année ou même plusieurs années, sans que l'espèce soit détruite. C'est évident pour les arbres et les plantes vivaces, et les plantes annuelles ont souvent des graines qui se conservent dans les fissures du terrain ou ailleurs et reparaissent tôt ou tard.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

## M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1876.

---

Le 1er, hâle dès le matin, l'après-midi il est assez intense pour que le Jura soit à peine visible ; assez forte bise l'après-midi.

2, hâle l'après-midi ; éclairs au SO. de 9 h. à 11 h. du soir.

3, halo solaire à 11 h.

4, halo solaire partiel à 2 h. ; le soir à minuit halo lunaire.

5, hâle l'après-midi.

6, hâle très-intense le matin, on distingue à peine le Salève ; éclairs au sud, de 9 h. à 11 $^1/_2$ h. du soir.

7, dès 11 heures du matin, éclairs et tonnerres au sud et à l'ouest : de midi $^1/_2$ à 1 h., forte averse accompagnée de décharges électriques ; on entend encore le tonnerre du côté du Salève et des Voirons jusqu'à 2 h. Un second orage éclate à l'ouest à 4 h. après midi ; éclairs toute la soirée au SO.

8, de 3 à 4 h. après midi, orage venant du sud, accompagné de quelques coups de tonnerre et de courtes et fortes averses; vers 9 h. du soir, éclairs au sud.

13, hâle le soir.

14, rosée le matin, hâle jusque vers 10 h. du matin.

15, éclairs au sud toute la soirée ; un peu après 10 h. on entend le tonnerre.

18, 19, 20, rosée le matin ; le 20, à 10 h. du soir, éclairs au sud.

21, orage du côté du Jura à 1 h. après midi, on entend le tonnerre dans le lointain ; le soir, de 9 h. à 10 $^1/_2$ h., éclairs dans toute la partie sud de l'horizon.

22, toute la soirée, éclairs dans la partie sud de l'horizon ; après 10 h., on entend quelques coups de tonnerre du côté du SE ; fort vent du SO. après.

23, de midi à 1 h., orage du côté du Salève ; à 1 h. on entend quelques coups de tonnerre accompagnés d'une averse et précédés par un fort coup de vent du sud.

24, éclairs et tonnerres toute la soirée.

25. la bise qui soufflait assez fortement dans l'après-midi tombe subitement à 5 $^{1}/_{4}$ h., le vent du SO. souffle à la surface du sol dès avant 6 h., les nuages étant encore poussés par le vent du NNE. A 6 h., éclairs et tonnerres accompagnés d'une forte averse.
26, le vent qui soufflait assez fortement du nord tourne au SSO. à 4 h. 20 m : quelques minutes après la pluie commence.
27, assez forte bise de midi à 6 h. du soir.
28, rosée le matin, à 8 $^{3}/_{4}$ soir éclairs et tonnerres au SE.
29, de 4 h. jusqu'après 6 h. du soir, succession d'orages du côté de l'ouest ; à 6 h. un nuage orageux traverse la vallée du SO. à l'E., accompagné de plusieurs décharges électriques et d'une forte averse, à la suite de laquelle on voit un magnifique arc-en-ciel ; couronne lunaire dans la soirée.
30. à 11 h. matin, orage du côté du Jura, à l'ouest et au nord de l'observatoire, on entend le tonnerre dans le lointain ; à 1 h. tonnerres au SO, l'orage se dirige du Fort-de-l'Écluse au Salève. Le soir, couronne lunaire.

## *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM. | mm |
|---|---|
| Le 2 à 6 h. soir ........... | 722,36 |
| 10 à midi ................. | 716,68 |
| 16 à 10 h. matin .......... | 725,06 |
| 25 à 4 h. après midi...... | 717,42 |
| 29 à 4 h. après midi...... | 724,94 |

| MINIMUM. | mm |
|---|---|
| Le 7 à 6 h. matin .......... | 730,39 |
| 14 à 10 h. soir ............ | 728,79 |
| 18 à 10 h. matin .......... | 731,29 |
| 28 à 6 h. matin .......... | 728,48 |

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation. Minim. | Fract. de saturation. Maxim. | Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige. Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône. Midi. | Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | o | o | cm |
| 1 | 726,12 | − 0,17 | +14,75 | − 0,59 | +10,1 | +18,9 | 8,81 | −0,17 | 707 | + 3 | 540 | 750 | ... | ... | NNE. 2 | 0,21 | +12,9 | − 0,8 | 145,2 |
| 2 | 723,80 | − 2,53 | +13,78 | − 1,68 | + 9,7 | +18,8 | 7,53 | −1,52 | 653 | − 51 | 490 | 720 | 0,2 | 1 | N. 1 | 0,64 | 12,9 | − 0,9 | 148,9 |
| 3 | 725,33 | − 1,05 | +17,01 | + 1,43 | +12,6 | +24,0 | 9,46 | +0,35 | 676 | − 28 | 440 | 770 | ... | ... | N. 1 | 0,48 | 13,1 | − 0,9 | 150,1 |
| 4 | 728,40 | + 1,98 | +18,27 | + 2,57 | +11,0 | +25,3 | 9,85 | +0,68 | 642 | − 62 | 430 | 860 | ... | ... | NNE. 1 | 0,57 | .. | ..... | 151,0 |
| 5 | 729,62 | + 3,16 | +18,81 | + 2,99 | +11,9 | +25,5 | 9,39 | +0,15 | 596 | −108 | 430 | 800 | ... | ... | NNE. 1 | 0,02 | 13,3 | − 0,9 | 152,0 |
| 6 | 728,60 | + 2,10 | +20,98 | + 5,04 | +12,9 | +29,0 | 10,92 | +1,62 | 602 | −102 | 400 | 790 | ... | ... | variable | 0,03 | 15,3 | + 1,0 | 155,0 |
| 7 | 727,38 | + 0,84 | +19,03 | + 2,97 | +14,8 | +25,5 | 13,17 | +3,81 | 809 | +105 | 570 | 920 | 4,2 | 2 | variable | 0,61 | 15,5 | + 1,1 | 158,0 |
| 8 | 723,18 | − 3,40 | +18,72 | + 2,55 | +15,3 | +25,9 | 12,81 | +3,39 | 816 | +112 | 540 | 940 | 3,6 | 3 | variable | 0,67 | 15,7 | + 1,2 | 164,0 |
| 9 | 719,40 | − 7,22 | +15,75 | − 0,53 | +12,0 | +25,3 | 10,82 | +1,35 | 834 | +130 | 580 | 1000 | 3,2 | 6 | SO. 2 | 0,79 | 13,7 | − 0,9 | 169,8 |
| 10 | 717,53 | − 9,13 | +11,66 | − 4,73 | +11,0 | +13,1 | 9,81 | +0,28 | 968 | +265 | 870 | 980 | 14,0 | 17 | SO. 1 | 1,00 | 11,5 | − 3,3 | 173,5 |
| 11 | 721,63 | − 5,07 | +11,31 | − 5,19 | + 9,8 | +13,8 | 9,21 | −0,38 | 938 | +235 | 850 | 910 | 10,7 | 15 | SSO. 1 | 1,00 | .. | ..... | 176,0 |
| 12 | 725,29 | − 1,45 | +11,00 | − 5,61 | + 9,8 | +13,8 | 8,93 | −0,71 | 921 | +218 | 810 | 940 | 0,5 | 1 | S. 1 | 1,00 | 8,7 | − 6,3 | 188,0 |
| 13 | 726,78 | 0,00 | +13,60 | − 3,11 | +10,5 | +18,0 | 9,13 | −0,56 | 799 | + 97 | 620 | 930 | ... | ... | N. 1 | 0,78 | 9,6 | − 5,5 | 189,5 |
| 14 | 727,92 | + 1,11 | +16,34 | − 0,48 | + 9,7 | +22,8 | 9,16 | −0,59 | 678 | − 24 | 460 | 900 | ... | ... | NNE. 1 | 0,38 | 9,8 | − 5,4 | 191,5 |
| 15 | 726,53 | − 0,32 | +17,57 | + 0,65 | +11,0 | +23,1 | 9,81 | +0,01 | 663 | − 38 | 490 | 860 | 1,3 | 1 | variable | 0,37 | 13,1 | − 2,2 | 193,3 |
| 16 | 726,34 | − 0,55 | +13,11 | − 3,91 | +10,1 | +18,6 | 8,61 | −1,24 | 792 | + 92 | 630 | 840 | 2,8 | 5 | SSO. 1 | 0,99 | 11,7 | − 3,7 | 193,2 |
| 17 | 729,33 | + 2,41 | +12,78 | − 4,33 | + 8,2 | +16,6 | 6,76 | −3,14 | 643 | − 57 | 440 | 930 | 0,2 | 1 | N. 2 | 0,31 | 12,4 | − 3,1 | 195,6 |
| 18 | 730,87 | + 3,91 | +14,80 | − 2,41 | + 6,3 | +20,4 | 7,74 | −2,21 | 629 | − 70 | 390 | 830 | ... | ... | N. 1 | 0,08 | .. | ..... | 196,0 |
| 19 | 729,73 | + 2,74 | +16,97 | − 0,33 | + 9,7 | +22,1 | 9,07 | −0,92 | 643 | − 56 | 400 | 840 | ... | ... | N. 1 | 0,01 | 15,0 | − 0,7 | 196,4 |
| 20 | 727,45 | + 0,42 | +19,16 | + 1,77 | +11,7 | +27,5 | 10,83 | +0,79 | 670 | − 28 | 420 | 850 | ... | ... | N. 1 | 0,11 | 16,1 | + 0,3 | 196,5 |
| 21 | 725,77 | − 1,29 | +20,45 | + 2,97 | +14,8 | +26,6 | 12,08 | +2,00 | 686 | − 11 | 520 | 840 | ... | ... | N. 1 | 0,37 | 16,8 | + 0,9 | 197,1 |
| 22 | 725,28 | − 1,81 | +20,90 | + 3,33 | +14,0 | +26,9 | 10,89 | +0,76 | 625 | − 71 | 390 | 840 | ... | ... | N. 1 | 0,42 | 16,8 | + 0,8 | 197,8 |
| 23 | 724,50 | − 2,62 | +19,99 | + 2,34 | +16,6 | +26,6 | 11,97 | +1,80 | 712 | + 16 | 440 | 890 | 0,1 | ... | variable | 0,74 | 16,9 | + 0,8 | 200,3 |
| 24 | 721,11 | − 6,05 | +18,78 | + 1,05 | +14,6 | +23,2 | 11,44 | +1,23 | 719 | + 24 | 560 | 890 | ... | ... | N. 1 | 0,64 | 18,3 | + 2,1 | 205,0 |
| 25 | 719,15 | − 8,01 | +17,48 | − 0,33 | +14,4 | +22,3 | 12,07 | +1,82 | 836 | +142 | 660 | 940 | 8,4 | 5 | variable | 0,77 | .. | ..... | 206,0 |
| 26 | 720,32 | − 6,90 | +14,66 | − 3,22 | +13,6 | +17,9 | 11,27 | +0,98 | 921 | +228 | 750 | 980 | 25,6 | 17 | variable | 0,99 | 18,4 | + 2,0 | 211,5 |
| 27 | 726,62 | − 0,63 | +17,13 | − 0,83 | +12,8 | +21,4 | 9,78 | −0,55 | 693 | + 1 | 500 | 910 | ... | ... | NNE. 2 | 0,22 | 18,0 | + 1,5 | 215,1 |
| 28 | 727,63 | + 0,35 | +17,60 | − 0,43 | +11,2 | +23,1 | 9,69 | −0,68 | 661 | − 30 | 440 | 820 | ... | ... | variable | 0,54 | 18,7 | + 2,1 | 217,0 |
| 29 | 726,09 | − 1,21 | +15,47 | − 2,62 | +14,0 | +21,1 | 11,42 | +1,02 | 888 | +197 | 660 | 990 | 8,6 | 14 | variable | 0,79 | 18,0 | + 1,3 | 218,6 |
| 30 | 726,11 | − 1,22 | +17,08 | − 1,08 | +13,0 | +23,0 | 10,33 | −0,11 | 720 | + 30 | 500 | 920 | 0,2 | 2 | SSO. 1 | 0,61 | 13,6 | − 3,2 | 220,7 |

# MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1876.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 725,47 | 725,50 | 725,15 | 724,70 | 724,35 | 724,24 | 724,38 | 724,66 | 725,11 |
| 2e » | 727,17 | 727,23 | 727,16 | 727,08 | 726,96 | 726,87 | 727.06 | 727,45 | 727,78 |
| 3e » | 724,66 | 724,73 | 724,58 | 724,29 | 723,75 | 723,39 | 723 63 | 724,09 | 724,72 |
| Mois | 725,77 | 725,82 | 725,63 | 725,36 | 725,02 | 724,83 | 725,02 | 725,40 | 725,87 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | +14,06 | +16,96 | +18,47 | +19,97 | +20,43 | +19,87 | +19,14 | +17,01 | +15 92 |
| 2e » | +12,26 | +14,44 | +15,47 | +16,86 | +17,85 | +18,36 | +17,27 | +15,33 | +13,97 |
| 3e » | +15,40 | +17,79 | +19,49 | +20,66 | +21,24 | +21 60 | +20,02 | +17,93 | +16,81 |
| Mois | +13,91 | +16,40 | +17,81 | +19,16 | +19,84 | +19,94 | +18,81 | +16,76 | +15,57 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 9,94 | 10,42 | 10,05 | 10,18 | 10,10 | 10,43 | 10,66 | 10,49 | 10,39 |
| 2e » | 9,23 | 9,17 | 8,94 | 8,90 | 9,03 | 8,60 | 8,43 | 9,11 | 9,27 |
| 3e » | 11,53 | 11,18 | 11,24 | 11,07 | 11,07 | 10,95 | 10,70 | 11,18 | 11,29 |
| Mois | 10,23 | 10,26 | 10,07 | 10,05 | 10,07 | 9,99 | 9,93 | 10,26 | 10,32 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 826 | 721 | 637 | 595 | 574 | 622 | 654 | 734 | 773 |
| 2e » | 870 | 751 | 685 | 630 | 617 | 568 | 592 | 711 | 780 |
| 3e » | 885 | 742 | 673 | 621 | 599 | 588 | 629 | 737 | 805 |
| Mois | 860 | 738 | 665 | 615 | 597 | 593 | 625 | 727 | 786 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | 0 | mm | cm |
| 1re décade | +12,13 | +23,13 | 0,50 | +13,77 | 25,2 | 156,8 |
| 2e » | + 9,68 | +19,67 | 0,50 | +12,05 | 15,5 | 191,6 |
| 3e » | +13,90 | +23,21 | 0,61 | +17,28 | 42,9 | 208,9 |
| Mois | +11,90 | +22,00 | 0,54 | +14,45 | 83,6 | 185,8 |

Dans ce mois, l'air a été calme 2,22 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,45 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 7°,35 O., et son intensité est égale à 23,82 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

## LE MOIS DE JUIN 1876.

Le 1er, brouillard le soir.
2, id.
3, brouillard le matin.
7, brouillard le soir.
8, pluie l'après-midi.
9, pluie et brouillard par un fort vent du SO. tout le jour, depuis midi plusieurs orages mais lointains ; le soir, neige qui fond en tombant.
10, pluie, neige et brouillard tout le jour ; la neige fond à mesure qu'elle tombe.
11 et 12, neige et brouillard tout le jour par une forte bise ; la neige n'a pu être recueillie qu'en partie.
13, brouillard épais tout le jour.
16, pluie et neige, forte bise le soir.
17, brouillard tout le jour par une forte bise.
18, brouillard le soir.
23, pluie et brouillard l'après-midi et le soir.
24, id. id.
25, pluie et brouillard depuis 10 heures matin.
26, neige et brouillard le matin et le soir ; pluie l'après-midi.
27, pluie le matin de bonne heure, puis clair.
28, pluie depuis midi.
29, pluie et brouillard presque tout le jour.
30, brouillard le matin et l'après-midi ; pluie le soir.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 2 à 2 h. après midi | 563,52 | Le 5 à 10 h. soir | 571,50 |
| 10 à midi | 558,11 | 14 à 4 h. après midi | 567,48 |
| 16 à 2 h. après midi | 563,35 | 19 à 8 h. soir | 569,95 |
| 26 à 6 h. matin | 560,81 | 27 à 10 h. soir | 568,63 |
| 30 à midi | 565,56 | | |

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale. | Baromètre. Minimum. | Baromètre. Maximum. | Température C. Moyenne des 24 heures. | Température C. Écart avec la température normale. | Température C. Minimum* | Température C. Maximum* | Pluie ou neige. Hauteur de la neige. | Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h. | Pluie ou neige. Nombre d'heures. | Vent dominant. | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim. | | | |
| 1 | 565,84 | + 0,13 | 564,91 | 566,82 | + 4,79 | + 2,12 | + 2,6 | + 9,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,48 |
| 2 | 563,87 | — 1,90 | 563,52 | 564,86 | + 2,47 | — 0,32 | + 1,0 | + 5,4 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,61 |
| 3 | 566,10 | + 0,24 | 564,93 | 567,41 | + 3,39 | + 0,49 | + 1,4 | + 7,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,64 |
| 4 | 568,95 | + 3,01 | 567,51 | 570,10 | + 5,31 | + 2,30 | + 1,5 | +10,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,34 |
| 5 | 570,89 | + 4,87 | 570,31 | 571,50 | + 6,48 | + 3,36 | + 3,8 | +10,4 | ..... | ..... | .... | variable | 0,13 |
| 6 | 570,85 | + 4,74 | 570,31 | 571,29 | + 7,74 | + 4,51 | + 5,4 | +11,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,13 |
| 7 | 569,48 | + 3,29 | 568,97 | 570,03 | + 7,95 | + 4,61 | + 5,2 | +13,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,33 |
| 8 | 565,80 | — 0,47 | 564,87 | 567,24 | + 5,72 | + 2,27 | + 4,2 | + 9,0 | ..... | 4,2 | .... | SO. 1 | 0,72 |
| 9 | 561,56 | — 4,79 | 560,30 | 562,95 | + 2,46 | — 1,09 | + 0,8 | + 5,0 | ..... | 15,4 | .... | SO. 2 | 0,96 |
| 10 | 558,65 | — 7,78 | 558,41 | 559,62 | + 0,80 | — 2,85 | + 0,5 | + 2,8 | ..... | 35,2 | .... | variable | 0,92 |
| 11 | 560,11 | — 6,40 | 559,03 | 561,64 | — 0,51 | — 4,26 | — 0,8 | + 1,4 | ...70 | 15,3 | .... | NE. 1 | 1,00 |
| 12 | 562,70 | — 3,89 | 561,73 | 563,73 | + 0,37 | — 3,48 | — 1,0 | + 4,2 | ...60 | 15,0 | .... | NE. 2 | 1,00 |
| 13 | 564,93 | — 1,74 | 564,06 | 566,06 | + 1,51 | — 2,44 | — 0,8 | + 5,4 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 1,00 |
| 14 | 566,96 | + 0,21 | 566,11 | 567,48 | + 4,07 | + 0,03 | + 0,4 | + 7,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,44 |
| 15 | 566,57 | — 0,25 | 566,14 | 566,96 | + 4,17 | + 0,04 | + 2,5 | + 9,5 | ..... | 3,2 | .... | NE. 1 | 0,86 |
| 16 | 564,02 | — 2,88 | 563,35 | 565,16 | + 0,21 | — 4,01 | — 4,2 | + 4,4 | ..180 | 24,0 | .... | NE. 1 | 0,97 |
| 17 | 565,22 | — 1,75 | 563,43 | 566,79 | — 2,21 | — 6,52 | — 4,3 | + 1,2 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,93 |
| 18 | 566,71 | — 0,33 | 567,31 | 569,75 | + 2,59 | — 1,81 | — 3,6 | + 6,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,20 |
| 19 | 569,57 | + 2,46 | 569,21 | 569,95 | + 7,18 | + 2,69 | + 1,4 | +13,5 | ..... | .... | .... | NE. 1 | 0,00 |
| 20 | 569,34 | + 2,16 | 569,06 | 569,71 | + 7,66 | + 3,08 | + 4,0 | +11,3 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,12 |
| 21 | 568,59 | + 1,34 | 568,40 | 569,05 | + 7,32 | + 2,66 | + 5,6 | +13,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,66 |
| 22 | 568,19 | + 0,87 | 567,77 | 568,55 | + 8,48 | + 3,74 | + 5,7 | +12,3 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,24 |
| 23 | 566,16 | — 1,23 | 565,72 | 567,07 | + 4,98 | + 0,16 | + 3,0 | + 8,6 | ..... | 8,0 | .... | NE. 1 | 0,62 |
| 24 | 563,65 | — 3,80 | 563,37 | 563,96 | + 6,11 | + 1,21 | + 4,1 | +12,2 | ..... | 4,2 | .... | NE. 1 | 0,51 |
| 25 | 562,23 | — 5,28 | 561,73 | 562,52 | + 4,13 | — 0,85 | + 3,0 | + 6,7 | ..... | 9,8 | .... | SO. 1 | 0,90 |
| 26 | 561,40 | — 6,17 | 560,81 | 562,02 | + 2,54 | — 2,51 | + 0,6 | + 6,7 | ..100 | 21,4 | .... | SO. 1 | 0,94 |
| 27 | 566,39 | — 1,24 | 563,51 | 568,63 | + 3,13 | — 1,99 | + 1,0 | + 6,2 | ..... | 9,3 | .... | NE. 1 | 0,34 |
| 28 | 568,30 | + 0,61 | 567,93 | 568,50 | + 4,67 | — 0,52 | + 2,5 | + 9,6 | ..... | 13,0 | .... | NE. 1 | 0,78 |
| 29 | 565,90 | — 1,85 | 565,61 | 566,25 | + 4,18 | — 1,08 | + 1,8 | + 8,8 | ..... | 11,8 | .... | NE. 1 | 0,93 |
| 30 | 566,08 | — 1,73 | 565,56 | 567,02 | + 2,87 | — 2,46 | + 1,7 | + 8,1 | ..... | 4,6 | .... | NE. 1 | 0,91 |

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1876.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 566,34 | 566,25 | 566,24 | 566,22 | 566,16 | 566,07 | 566,02 | 566,19 | 566,41 |
| 2e » | 565,27 | 565,35 | 565,50 | 565,62 | 565,85 | 565,99 | 566,08 | 566,30 | 566,48 |
| 3e » | 565,51 | 565,54 | 565,59 | 565,64 | 565,69 | 565,67 | 565,72 | 565,90 | 566,07 |
| Mois | 565,71 | 565,71 | 565,78 | 565,83 | 565,90 | 565,91 | 565,94 | 566,13 | 566,32 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 3,11 | + 4,56 | + 6,38 | + 7,64 | + 7,41 | + 7,03 | + 5,62 | + 3,91 | + 3,43 |
| 2e » | + 0,09 | + 2,39 | + 4,20 | + 5,68 | + 6,37 | + 4,84 | + 2,91 | + 1,59 | + 1,19 |
| 3e » | + 3,43 | + 4,96 | + 7,02 | + 8,66 | + 7,94 | + 6,49 | + 4,65 | + 3,79 | + 3,31 |
| Mois | + 2,21 | + 3,97 | + 5,87 | + 7,32 | + 7,24 | + 6,12 | + 4,39 | + 3,10 | + 2,64 |

| | Min. observé.* | Max. observé | Clarté moyenne du ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | + 2,64 | + 8,34 | 0,53 | 54,8 | — |
| 2e » | — 0,64 | + 6,53 | 0,65 | 57,5 | 310 |
| 3e » | + 2,90 | + 9,28 | 0,68 | 82,1 | 100 |
| Mois | + 1,63 | + 8,05 | 0,62 | 194,4 | 410 |

Dans ce mois, l'air a été calme 0,74 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,37 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 61,48 sur 100.

# LE
# LIMNIMÈTRE ENREGISTREUR DE MORGES

PAR

**M. F.-A. FOREL,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.

---

La théorie des *seiches*, que j'ai proposée en 1873 et qui est ressortie des faits développés dans ces *Archives* et ailleurs [1], est assez importante pour mériter de nouvelles vérifications. Je crois avoir démontré que les seiches sont des vagues d'oscillation fixe, vagues de balancement (oscillation stationnaire mononodale de Guthrie [2]), qui oscillent en balançant dans les lacs, suivant les deux diamètres principaux, formant ainsi des *seiches longitudinales* et des *seiches transversales*. Ma démonstration s'appuie sur les faits suivants :

1° Les seiches sont des mouvements rhythmiques, dont la durée est toujours la même dans la même station, quelle que soit l'amplitude de l'oscillation.

[1] *Archives* : janvier 1875, août 1875. Les mémoires originaux avec les planches représentant les observations individuelles des seiches sont : Ire étude sur les seiches du lac Léman, Lausanne, 1873; IIe étude, etc., Lausanne, 1875, librairie Rouge et Dubois. J'ai résumé ces études dans un discours à la *Société helvétique des sciences naturelles* : Les seiches, vagues d'oscillation fixe des lacs; *Actes d'Andermatt*, 14 sep. 1875.

[2] On stationary liquid waves, by Frederick Guthrie. *Proceed of the phys. Society*, vol. I, London 1875.

2° La durée des seiches des divers lacs est d'autant plus grande que la longueur de ces lacs est plus considérable.

3° Dans les lacs relativement peu profonds les seiches sont relativement plus lentes.

4° L'amplitude des seiches est plus grande aux extrémités d'un lac qu'au milieu de sa longueur, où l'amplitude est nulle ou presque nulle.

5° Des observations faites simultanément aux deux extrémités du lac de Neuchâtel ont montré que pendant les seiches longitudinales, l'eau s'élève à l'une des extrémités en même temps qu'elle s'abaisse à l'autre extrémité et *vice versâ*.

6° Quant à l'existence des seiches transversales, elle se prouve spécialement par la durée des seiches observées à l'extrémité du petit diamètre d'un lac ; les seiches y sont notablement plus rapides que les seiches longitudinales du même lac et leur durée correspond à la longueur du petit diamètre du lac.

Tous ces faits ont été constatés à l'aide d'un appareil très-sensible et très-pratique que j'ai appelé le *plémyramètre ;* à l'aide de cet appareil [1], je puis observer le rhythme des seiches et en mesurer très-exactement la durée. Mais cet appareil est-il fidèle : puis-je me fier à ses indications ? J'ai désiré en contrôler le jeu au moyen d'un instrument enregistreur.

D'un autre côté, je tenais à vérifier la justesse de la

[1] Construit sur le principe suivant : je mets un petit bassin en communication avec le lac au moyen d'un siphon, et j'étudie la direction des courants d'entrée et de sortie de l'eau, courants qui me sont signalés par les déplacements d'un flotteur nageant librement dans le siphon.

loi de Vaucher, qui rapporte la fréquence et l'amplitude des seiches aux variations de la pression atmosphérique, constatables à l'aide du baromètre ; pour cela j'avais besoin d'accumuler du matériel d'observation.

Enfin, je voulais me rendre compte plus précisément et plus nettement de certains détails des allures des seiches, détails que j'entrevoyais dans mes observations plémyramétriques.

Pour toutes ces raisons je me suis décidé à établir dans mon jardin, à Morges, rue du Lac, n° 49, un *limnimètre*[1] *enregistreur.* L'appareil, construit d'après mes dessins par M. Cauderay, mécanicien à Lausanne, a commencé à fonctionner le 20 mars 1876, et les résultats qu'il m'a donnés sont assez intéressants et quelques-uns d'entre eux assez nouveaux pour que j'en résume ici une rapide description.

Quelques mots d'abord sur l'appareil.

Mon limnimètre consiste en un flotteur, placé dans un puits en libre communication avec le lac ; le flotteur porte une tige qui, par un mécanisme convenable, transmet à une tringle horizontale son mouvement vertical transformé en un mouvement horizontal semblable. La tringle porte une douille dans laquelle un crayon vertical peut glisser librement, et ce crayon dessine des tracés représentant le niveau du lac sur un papier sans fin, qui se déroule avec une vitesse convenable.

J'attirerai l'attention sur quelques détails de construction qui ont particulièrement bien réussi.

[1] Le mot *limnimètre* est employé sur nos lacs de Suisse et de Savoie pour désigner tout appareil destiné à étudier la hauteur du niveau du lac. C'est l'analogue des *marégraphes* de l'Océan.

1° Tout d'abord je désirais éliminer l'effet des vagues rapides ; je voulais, tout en enregistrant les dénivellations relativement lentes des seiches, n'avoir pas mes tracés troublés par les vagues à allures toutes différentes des vents ou des bateaux à vapeur ; j'ai obtenu ce résultat en allongeant suffisamment les tuyaux de communication avec le lac, et en donnant au puits une surface relativement assez grande. Le puits mesure deux mètres carrés de surface ; le tuyau de grès qui amène l'eau du lac a six centimètres de diamètre et $8^m,40$ de longueur. Avec ces proportions mon but a parfaitement été atteint ; le débit du tuyau est assez faible pour que, pendant la durée d'une vague du vent, le niveau de l'eau ne soit pas sensiblement modifié dans le puits, il est assez fort pour que pendant la durée d'une seiche le niveau du puits suive facilement les variations de niveau du lac. L'appareil enregistre parfaitement les seiches et n'est absolument pas troublé par les vagues du vent. Il est vrai que je n'ai pas encore assisté, depuis qu'il fonctionne, à ces belles tempêtes de vent du Midi qui nous donnent à Morges les plus grandes vagues [1] ; mais un coup de Vaudaire, le 15 juin dernier, a soulevé des vagues assez puissantes pour déplacer une pierre du poids de 84 kilogrammes [2]. Ces vagues énormes n'ont pas fait vibrer le crayon de mon enregistreur.

2° L'on emploie généralement pour flotteur des limnimètres une sphère creuse en cuivre qui flotte sur l'eau. Cette sphère a l'inconvénient de ne pas se prêter aux variations de volume de l'air qu'elle contient et d'être exposée, quand la température s'élève, à des fuites d'air par des fissures du métal, à des rentrées d'eau quand la

[1] $20^m,5$ de largeur, le 12 novembre 1875.

[2] Sous l'eau, cette pierre devait peser 54 kilogrammes.

température s'abaisse. On corrige cet inconvénient en donnant au flotteur la forme d'une lentille biconvexe qui peut augmenter ou diminuer ses courbures. J'ai préféré employer un bassin circulaire en zinc, à bords droits, ouvert librement en haut; il flotte sur l'eau comme un bateau, et répond parfaitement à tout ce que j'ai à lui demander.

3° Je désirais avoir dans mon appareil une grande force qui surmontât facilement tous les frottements et résistances, soit du crayon sur le papier, soit des transmissions de mouvement. J'ai fait pour cela le flotteur très-considérable; le bassin a 80 centimètres de diamètre, soit un demi-mètre carré de surface, ce qui représente une force ascensionnelle de un demi-kilogramme par chaque millimètre de hauteur d'eau, force plus que suffisante pour les besoins de mon appareil.

4° Pour annuler l'effet du ménisque capillaire alternativement convexe ou concave, suivant que le bord du flotteur en métal est mouillé ou non par l'eau, j'ai entouré les flancs du bassin d'une ceinture ou chemise en toile de coton non apprêtée. La toile est toujours mouillée par capillarité à quelques millimètres au-dessus de la surface de l'eau et le ménisque capillaire est toujours concave.

5° J'ai fait la tige du flotteur de trois mètres de long en tuyau de fer-blanc de trois centimètres de diamètre; elle est ainsi très-légère et parfaitement rigide, sous l'influence du moins des pressions qui peuvent agir sur elle.

6° Je désirais transformer le mouvement vertical de la tige du flotteur en un mouvement horizontal, de telle manière que le crayon qui devait dessiner les dénivellations du lac n'eût pas besoin d'être pressé par un ressort, mais pût agir simplement par son propre poids. Pour faire

cette transformation de mouvement, j'ai employé deux parallélogrammes articulés, reliés ensemble par un triangle rectangle. Les pivots des parallélogrammes, soigneusement travaillés, réduisent à peu de chose les frottements, et à rien le jeu des pièces ou la perte de mouvement. Les deux côtés du triangle rectangle étant égaux, les deux parallélogrammes sont semblables, et ils restent semblables l'un à l'autre dans toutes les déformations qu'ils subissent; la tringle mobile du parallélogramme horizontal reproduit donc, dans le sens horizontal, tous les mouvements que subit la tige verticale du flotteur liée au côté mobile du parallélogramme vertical.

7° D'après cela, le crayon fixé à la tringle dessine les dénivellations du lac de grandeur naturelle, sans les amplifier ni les réduire. Cette dernière affirmation est-elle bien exacte? La question mérite d'être examinée attentivement. J'ai à signaler deux exceptions :

*a.* Le crayon ne dessine pas les dénivellations trop rapides, les vagues du vent ou des bateaux à vapeur : j'ai déjà insisté sur ce fait.

*b.* Dans des dénivellations plus hautes, comme certaines seiches ou certaines vibrations [1], si le changement de niveau est très-considérable, il peut se faire que le débit du tuyau de communication ne soit pas suffisant pour que le niveau du puits représente exactement le niveau du lac; il le suit dans ses dénivellations, mais ne le suit que de loin. Dans ce cas le tracé ne peut pas représenter à leur échelle véritable les oscillations du niveau du lac; ces dénivellations ne sont représentées que dans des proportions relatives. Je reconnais les tracés où l'appareil n'ar-

[1] Voyez plus loin ma description des *vibrations* du lac.

rive pas à suivre les oscillations du lac dans leurs allures trop rapides, à ce que les ondulations présentent des bords droits et des sommets aigus (Pl. III, fig. 6, *d d' e e'* et 11) ; tandis que lorsque le puits se maintient facilement en équilibre avec le lac, les ondulations des tracés sont à courbes arrondies et à sommets mousses (fig. 9 et 10).

8° Pour satisfaire aux déplacements considérables que nécessitent les changements de niveau du lac de l'été à l'hiver, je me suis arrangé pour pouvoir déplacer le côté mobile du parallélogramme vertical et le faire glisser jusqu'à une hauteur convenable le long de la tige du flotteur, à laquelle je le fixe au moyen de vis et d'écrous mobiles.

9° Le seul point de l'appareil où il puisse y avoir un peu de perte de mouvement, en raison du jeu laissé aux pièces, c'est dans la douille de la tringle horizontale qui a dû être faite assez large pour laisser glisser librement le crayon. La perte de mouvement en ce point ne dépasse pas un dixième de millimètre.

10° La bande de papier qui se déroule au moyen d'un mouvement d'horlogerie, a une largeur de 25 centimètres : elle marche à raison d'un millimètre par minute, soit 6 centimètres par heure, soit $1^{m},44$ par 24 heures.

Les proportions de cet appareil, qui fonctionne parfaitement à Morges, ont été calculées d'après ce que je savais de l'amplitude et de la durée des seiches dans cette station. Ces proportions devraient être un peu modifiées si l'on voulait établir dans d'autres stations ou dans d'autres lacs des appareils analogues ; mais les chiffres que je donne pourront toujours servir de base aux calculs.

Mon limnimètre enregistreur est en jeu, à mon entière

satisfaction, depuis quatre mois environ. Voici les principaux résultats que je puis signaler dès à présent.

Ces résultats peuvent se diviser en trois groupes :

I. Ceux qui se rapportent aux seiches.

II. Ceux qui se rapportent à un nouveau phénomène, que je décrirai sous le nom de *vibrations du lac.*

III. Ceux qui se rapportent à la limnimétrie générale du lac.

## I. Les seiches étudiées au limnimètre de Morges.

I. Les seiches se dessinent à l'enregistreur par des ondulations très-reconnaissables et qui permettent une étude très-facile du phénomène.

II. Il n'y a aucun rapport entre les seiches et les vagues du vent. Les seiches peuvent avoir lieu par un lac plat comme un miroir aussi bien que par un lac agité de vagues énormes ; d'un autre côté le calme, au point de vue des seiches, n'a aucun rapport avec l'état d'agitation ou du calme apparent du lac.

III. Le calme plat au point de vue des seiches est très-rare. J'aurai à signaler plus loin une circonstance dans laquelle ce calme plat est très-évident et peut durer longtemps : c'est l'existence de vibrations un peu fortes. En dehors de ce cas, les seiches sont presque toujours reconnaissables, et dans mes quatre mois d'observation je puis difficilement trouver une durée de plus d'une ou deux heures de suite pendant laquelle je ne constate pas sur mes tracés l'ondulation d'une seiche (Pl. III, fig. 6 *a a*).

IV. Les ondulations des seiches sont le plus souvent régulières et, montrant un rhythme plus ou moins évi-

dent, elles se laissent à Morges rapporter à trois types différents.

*a*) Le premier type, le plus fréquent à Morges, le plus évident, est celui d'oscillations bien dessinées dont la durée moyenne est de 10 minutes environs (Pl. II, fig. 1, 5 ; Pl. III, 7, 9). L'amplitude de ces seiches est très-variable d'un jour à l'autre, — dans mes observations, elle varie de 0 à 8 centimètres, — mais quelle que soit l'amplitude, la durée en reste toujours la même. D'après les considérations exposées dans les mémoires précédents, j'estime que ces oscillations sont les seiches transversales du lac Léman.

*b*) Un second type de seiches très-évidentes aussi et très-reconnaissables sur mes tracés est représenté par de longues ondulations peu accentuées, à contours arrondis, peu saillantes (Pl. II, fig. 4 et 5), dont l'amplitude n'est ordinairement que de quelques millimètres, et a, dans ma période d'observation, atteint une seule fois et très-exceptionnellement trois centimètres. La durée de ces seiches est de 70 minutes environ. Je les tiens pour être les seiches longitudinales du lac Léman, oscillant de Villeneuve à Genève, et *vice versâ* suivant le grand diamètre du lac.

*c*) Un troisième type de seiches est intermédiaire aux précédentes par sa durée qui est de 25 minutes environ (Pl. III, fig. 8). Elles sont généralement plus irrégulières, mal dessinées dans mes tracés, plus difficiles à reconnaître et à constater ; leur amplitude peut être parfois assez forte, 2 à 3 centimètres. Je suppose que ces oscillations sont les seiches propres au grand lac, oscillant de Villeneuve à la barre de Promenthoux et au cap d'Ivoire;

que ce sont les mêmes seiches que j'ai observées à Chillon et à Veytaux [1].

V. Je suis obligé de renvoyer à une étude ultérieure la discussion de ces trois types de seiches et leur attribution aux différents mouvements d'oscillation qui peuvent avoir lieu dans le lac Léman, étant données sa forme et ses dimensions. Je me borne à constater ici que les différentes formes de seiches observables à Morges peuvent se rapporter facilement à trois types différents, et que dans chacun de ces types il y a un rhythme particulier d'oscillation très-nettement reconnaissable. C'était en constatant à l'aide de mon plémyramètre l'existence de ce rhythme que j'avais été conduit à admettre que les seiches sont des mouvements d'oscillation, et je vérifie ainsi actuellement sur les tracés de l'enregistreur la base même de ma théorie des seiches.

VI. Je dois signaler cependant dans quelques cas la grande irrégularité des seiches qui se suivent en semblant défier toute recherche d'un rhythme reconnaissable ; mais je dois indiquer aussi que dans certains cas il y a évidemment interférence d'ondes qui alternent (Pl. II, fig. 2 et 3) et que l'on devra probablement chercher dans une complication d'ondes diverses qui se croisent dans divers sens l'explication de ces irrégularités.

VII. Les seiches des différents types peuvent se superposer et broder les unes sur les autres ; j'en donne un exemple (fig. 5) qui montre la possibilité de l'existence simultanée des seiches longitudinales et des seiches transversales.

VIII. Sans entrer ici dans plus de détails, je puis dire

[1] Cf. IIe étude sur les seiches p. 65 sq. — et encore *Arch.*, août 1875, p. 308.

que les tracés fournis par mon enregistreur ont confirmé en les précisant très-heureusement toutes les observations que j'avais faites à Morges à l'aide du plémyramètre. Je suis donc en droit de conclure à la fidélité de ce dernier appareil, et d'admettre en conséquence comme bonnes les observations que j'ai faites par son moyen dans d'autres stations et dans d'autres lacs.

IX. Un des points les plus importants dans l'étude que je pourrai faire des seiches avec mon limnimètre, c'est de constater leur intensité et leur fréquence relativement aux phénomènes concomitants et spécialement relativement à l'état du baromètre. Je renvoie cette étude au moment où j'aurai accumulé assez de matériel d'observation.

## II. Des vibrations du lac.

En étudiant mes tracés, je constate que la plupart du temps, la ligne du niveau de l'eau, au lieu d'être droite ou ondulée régulièrement selon les oscillations des seiches, est sinueuse, dentelée, ornée de broderies accessoires qui se dessinent sur le tracé général. Ces broderies (fig. 4, 6, 8, 10 et 11) sont de petites dentelures de 1, 2, 3 et même 5 millimètres de hauteur, dont la durée est parfois très-régulière (fig. 10), parfois très-variable (fig. 11), dont la forme est parfois à contours arrondis (fig. 10), parfois à sommets très-aigus (fig. 6 et 11), dont la durée varie de 45 secondes à 4 minutes.

Je désignerai les mouvements qui causent ces broderies de mes tracés par le nom de *vibrations* du lac, nom indifférent qui ne préjuge rien, ni sur leur cause, ni sur leur nature.

Avant de rechercher les conditions dans lesquelles ap-

paraissent ces vibrations, éliminons tout d'abord une supposition qui peut venir immédiatement à l'esprit, c'est que nous aurions à faire ici à des vagues proprement dites (vagues d'oscillation progressive), vagues du vent ou vagues des bateaux à vapeur. Il n'y a aucun rapport apparent entre ces deux ordres de phénomènes ; ce que nous connaissons sous le nom de vagues sont des mouvements infiniment plus rapides, et, ainsi que je l'ai dit plus haut, ils ne se dessinent absolument pas à mon enregistreur. Les plus belles vagues du vent du Midi dont j'ai apprécié la durée (30 nov. 1869) mesuraient 15 mètres de longueur d'une crête à l'autre ; leur durée était de 4 secondes. Donnons 5 secondes de durée aux grandes vagues du vent qui atteignent 20 mètres de longueur [1] ; et nous verrons une telle différence entre cette durée et la durée 9 à 60 fois plus lente des vibrations que nous ne penserons pas à assimiler les deux ordres de phénomènes.

Cette supposition écartée, cherchons ce que peuvent être ces vibrations et pour cela étudions dans quelles conditions elles apparaissent. Les broderies de mes tracés se rapportent à deux circonstances très-différentes ; elles sont produites :

*a*) par les bateaux à vapeur qui circulent sur le lac,

*b*) par le vent.

a) *Vibrations accompagnant le passage des bateaux à vapeur.*

Un bateau à vapeur qui passe devant Morges [2] signale

[1] Les vagues des bateaux à vapeur sont beaucoup plus courtes et par suite beaucoup plus rapides.

[2] Le débarcadère des bateaux à vapeur est situé précisément de-

sa présence par trois espèces de broderies fort caractéristiques :

*a)* Au moment même où il arrive au débarcadère, l'eau est lentement et puissamment soulevée et un trait vertical de 5 à $8^{mm}$ se dessine sur le tracé (fig. 6, *d*, *d'*); puis l'eau redescend, lentement aussi, et un trait de même longueur ramène, en 20 ou 30 secondes, le crayon à la même hauteur où il était précédemment; quelquefois une petite vague rapide soulève un peu le tracé, puis une grande dépression abaisse le crayon à plusieurs millimètres au-dessous du niveau moyen (fig. 6, *d*). Ce tracé est plus ou moins bien dessiné suivant le tonnage du bateau, suivant la rapidité de sa marche et la manière plus ou moins brusque avec laquelle il s'arrête, suivant la hauteur des eaux du lac; mais il signale toujours d'une manière parfaitement reconnaissable sur les tracés de mon enregistreur l'arrêt d'un bateau au débarcadère de Morges.

*b)* Après le passage du bateau le tracé montre des broderies (fig. 6 *e*, *e*, *e'*) à bords droits et à sommets aigus, d'abord très-intenses, leur amplitude atteignant sur le tracé 2 à 5 millimètres et qui diminuent très-lentement de hauteur; la durée de ces vibrations est d'environ deux minutes. Ces vibrations continuent pendant une, deux et même trois heures après le passage du bateau. Je les désignerai sous le noms de *vibrations consécutives des bateaux à vapeur*.

*c)* Avant le passage du bateau je vois sur les tracés des broderies (fig. 6 *c*, *c*) beaucoup plus faibles et beau-

vant mon jardin, de telle manière que tous les bateaux qui font le service de la côte suisse passent et s'arrêtent toujours à la même distance de mon limnimètre, à environ 100 mètres.

coup moins distinctes que celles que je viens de décrire, mais dont la constance ne peut être mise en doute. La durée de ces vibrations, que j'appellerai *vibrations antécédentes des bateaux à vapeur*, est un peu plus rapide que celle des vibrations consécutives : elle n'est guère que de une minute à une minute et quart. Leur amplitude sur mes tracés peut atteindre deux millimètres, mais reste le plus souvent au-dessous d'un millimètre. Je commence à apercevoir ces vibrations antécédentes 25 minutes environ avant l'arrivée du bateau à vapeur; or nos bateaux marchant avec une vitesse d'environ 20 kilomètres à l'heure, en 25 minutes ils font environ 9 $^1/_2$ kilomètres de chemin : d'après la disposition des lieux, c'est donc à l'instant où ils doublent le môle d'Ouchy pour se mettre en vue de Morges [1] que ces bateaux commencent à

[1] Ce ne sont que les bateaux qui viennent d'Ouchy et non ceux qui viennent de Genève qui, jusqu'à présent m'ont donné des vibrations antécédentes. Cela tient à deux causes : La première est la position même de mon limnimètre qui est placé dans une anse protégée par les jetées du port de Morges contre les vents du midi. Ces jetées et la côte elle-même masquent toute la direction du Sud à l'Ouest et au Nord, et le lac n'est ouvert devant mon jardin que dans la direction du Nord à l'Est et au Sud. Or les bateaux venant de Genève arrivent dans la direction du Sud-Ouest, et ils sont masqués à mon limnimètre jusqu'au moment où ils doublent les jetées du port. Quelle que soit la nature de ces vibrations, il est donc peu probable que ces bateaux venant de Genève puissent dessiner, à mon limnimètre, des vibrations antécédentes. La seconde raison est purement accidentelle : les horaires des bateaux à vapeur ont, depuis que mon appareil fonctionne, été distribués de telle sorte que les bateaux venant de Genève, suivent d'une demi-heure, d'une heure, ou de deux heures le passage des bateaux venant d'Ouchy. Les vibrations consécutives de ces derniers sont, à ce moment, encore beaucoup trop fortes pour que les vibrations antécédentes, relativement plus faibles, s'il y en a, puissent se lire dans ces circonstances.

signaler à mon enregistreur leur arrivée par ces vibrations antécédentes.

Outre ces vibrations antécédentes et consécutives des bateaux qui naviguent sur la côte suisse, j'ai encore à signaler d'autres broderies beaucoup plus faibles, beaucoup moins distinctes qui apparaissent sur mes tracés dès 5 à 6 heures du matin (fig. 6, *b*, *b*). A ce moment, il n'y a aucun bateau à vapeur sur la côte suisse, les premiers passages ayant lieu à Morges à 9 $^1/_2$ et 10 heures, et je ne puis attribuer ces vibrations qu'à l'action des bateaux à vapeur qui passent, sur la côte de Savoie, de Thonon à Évian, et qui traversent le lac d'Évian à Ouchy, à une distance de 10 à 14 kilomètres de Morges. Ces vibrations [1] sont beaucoup plus faibles que les vibrations antécédentes des bateaux venant d'Ouchy. Je ne saurais attribuer cette différence uniquement à une distance plus grande entre le bateau et l'appareil enregistreur; j'en cherche plutôt la raison dans la différence du tonnage des bateaux; les petits bateaux à vapeur qui font le service matinal de la côte de Savoie sont beaucoup moins puissants que les beaux steamers, *Helvétie, Léman, Aigle, Bonivard,* qui naviguent sur la côte suisse.

Ces broderies dues à l'action des bateaux à vapeur ornent ou plutôt troublent mes tracés pendant toute la journée et elles me gênent considérablement pour l'observation soit des seiches, soit des vibrations dont j'ai encore à parler et qui sont dues à l'action du vent.

[1] Les vibrations dues aux bateaux naviguant sur la côte de Savoie, doivent appartenir à un phénomène de même ordre que les vibrations antécédentes dont je viens de parler.

b) *Vibrations causées par le vent.*

Pour étudier ces vibrations je dois, en raison de ce qui vient d'être dit, m'adresser aux heures de la nuit, alors qu'aucun bateau à vapeur ne vient troubler le jeu normal des mouvements intimes du lac. Dans ces conditions, je constate fréquemment l'existence de vibrations (fig. 4, 8, 10 et 11) plus ou moins accusées qui, ne pouvant être rapportées à l'action des bateaux à vapeur, doivent êtres attribuées à d'autres causes.

Les broderies qui représentent sur mes tracés l'effet de ces vibrations varient de la manière suivante :

*a*) Au point de vue de l'amplitude : parfois elles sont si faibles qu'elles n'atteignent pas un demi-millimètre et sont à peine visibles sur le tracé, parfois elles sont énormes et dépassent 8 et 10 millimètres (fig. 11).

*b*) Au point de vue de la durée : tantôt elles sont très-rapides et durent trois quarts de minute, une minute à peine (fig. 4), tantôt elles sont plus lentes et durent 2, 3, 4 minutes (fig. 10).

*c*) Au point de vue de la régularité ; parfois elles sont aussi régulières que les plus belles seiches ou que les rides légères que dessine sur l'eau une faible brise (fig. 10), tantôt elles sont irrégulières, pressées, heurtées, et semblent présenter des interférences et entre-croisements d'ondes (fig. 11).

*d*) Au point de vue de la forme : tantôt sur les tracés les broderies sont des courbes régulières et arrondies (fig. 10), tantôt ce sont des dentelures aiguës à sommets pointus et à bords droits (fig. 11).

Je pourrais, à beaucoup de points de vue, caractériser

ces broderies en les comparant aux seiches, dont elles représentent les allures parfois régulières, parfois irrégulières. Ce seraient des seiches en miniature si, au point de vue de la durée, je pouvais y reconnaître un rhythme. Le rhythme des vibrations varie d'un jour à l'autre et n'est pas comme celui des seiches appréciable par des chiffres constants; je ne suis pas arrivé à constater ce rhythme, jusqu'à présent du moins.

Quant aux circonstances dans lesquelles se produisent ces vibrations, j'essaierai de les caractériser comme suit :

1° Les vibrations n'ont pas lieu quand le lac est au calme plat; il y a toujours plus ou moins de vent quand ces vibrations ont lieu.

2° Les vibrations sont d'autant plus fortes que le vent est plus fort aussi.

3° Elles sont plus fortes par certains vents que par d'autres. Ainsi c'est par la bise (vent du Nord) qu'elles sont le plus accentuées sur mes tracés. Je dis le vent du Nord et non pas un vent qui souffle de la terre sur le lac, car le *Joran*, vent d'Ouest, qui souffle à Morges, comme la bise de la terre sur le lac, ne produit presque pas de vibrations.

4° Je dois cependant constater que souvent par des vents très-bien caractérisés il n'y a pas ou presque pas de vibrations.

5° Je dis vent et non pas vagues de vent. D'après ce que j'ai vu jusqu'à présent les vagues mortes sans vent ne sont pas accompagnées de vibrations, tandis que les vents qui soufflent sans produire de vagues à Morges (brises de terre) dessinent de très-jolies vibrations.

D'après ces faits qui, je le reconnais, ne sont pas en-

core aussi précis que je le voudrais, je suis arrivé à attribuer au vent la cause de ces vibrations, sans avoir la prétention d'expliquer comment le vent peut les produire.

Y a-t-il quelque rapport à signaler entre les vibrations et les seiches ? Tout ce que je puis indiquer pour le moment, c'est que les deux ordres de mouvement peuvent se superposer (fig. 4, 8); que cependant en général quand il y a des vibrations un peu intenses, par la bise par exemple, les seiches sont plus ou moins supprimées (fig. 11). C'est même la seule circonstance où je puisse constater pendant une série d'heures un peu considérable, et même pendant plusieurs jours de suite, l'absence absolue des seiches.

Les vibrations peuvent s'étudier aussi à l'aide du plémyramètre. Depuis que je les ai constatées dans les tracés de mon enregistreur, je les ai retrouvées dans plusieurs de mes anciennes observations plémyramétriques où j'avais noté l'existence d'oscillations courtes et rapides, de 1 à 4 minutes de durée, qui brodaient sur les grandes courbes des seiches. Ces oscillations étaient évidemment ce que j'appelle aujourd'hui des vibrations, et d'après les circonstances des observations, j'avais eu l'occasion de voir, sans les reconnaître, aussi bien les vibrations du vent que les vibrations des bateaux à vapeur.

Quelle est la nature de ces vibrations ? Je n'ai rien de positif à proposer à ce sujet. Pour le moment je ne pourrais, si je voulais répondre à cette question, que procéder par hypothèses et analogies. Peut-être en serai-je réduit à ce mode d'interprétation, mais dans cette extrémité je préfère attendre encore quelque temps et accumuler du matériel d'observation et de comparaison.

## III. Limnimétrie générale du lac.

Mon limnimètre m'a fourni des indications très-intéressantes et quelques-unes très-nouvelles sur le niveau général du lac. Je puis annoncer, par exemple, que j'ai constaté de la manière la plus précise l'existence dans le lac de dénivellations locales temporaires analogues à celles que l'on a décrites dans la mer Baltique et dans la Méditerranée, et que l'on a à tort confondues avec les seiches. Mais ce sujet et quelques autres points que j'ai pu étudier en même temps méritent d'être traités à part avec des développements convenables.

---

## EXPLICATION DES PLANCHES

Les planches II et III donnent des exemples des seiches et des vibrations observées à Morges ; ils ont été calqués sur mes tracés [1].

La hauteur de la dénivellation, soit l'amplitude des oscillations est donnée de grandeur naturelle, pour autant du moins que le niveau du puits peut s'équilibrer suffisamment rapidement avec le niveau du lac.

[1] Les *Annales de chimie et de physique* viennent de reproduire le calque de quelques-uns des tracés que j'avais présentés à l'Académie des sciences de Paris. Je donne ici des exemples différents (sauf les figures 1 et 5) choisis dans d'autres jours de ma période d'observation. Si l'on veut comparer ces planches, l'on verra la grande analogie qui existe dans ces deux séries de tracés, et l'on comprendra comment en voyant se répéter toujours de la même manière, dans les mêmes circonstances, les mêmes détails d'ondulations et de broderies, j'ose avancer des faits aussi étranges au premier abord, que quelques-uns de ceux décrits plus haut, les vibrations antécédentes des bateaux à vapeur, par exemple.

Le papier se déroule de droite à gauche avec une vitesse de un millimètre par minute.

Les droites verticales indiquent les heures de la journée de 24 heures qui commence à minuit.

Fig. 1. Seiches transversales du lac Léman.

Fig. 2 et 3. Seiches transversales montrant des interférences, deux mouvements d'oscillation, l'un plus fort, l'autre plus faible alternant plus ou moins régulièrement.

Fig. 4. Seiches longitudinales du lac Léman brodées de très-petites vibrations causées par le vent du Midi.

Fig. 5. Seiches longitudinales, dont le tracé AA a été établi au juger, brodées par des seiches transversales

Fig. 6. Vibrations des bateaux à vapeur.

*a a*. Tracé pendant la nuit, à 3 heures du matin, en dehors de toute action perturbatrice.

*b b*. Vibrations très-faibles que j'attribue aux bateaux à vapeur de la côte de Savoie.

*c c*. Vibrations antécédentes du bateau à vapeur qui arrive d'Ouchy.

*d*. Trait dessiné par le bateau à vapeur venant d'Ouchy au moment de l'arrivée au débarcadère.

*e e*. Vibrations consécutives de ce bateau.

*d'* Trait du bateau à vapeur venant de Genève.

*e' e'* Vibrations consécutives de ce bateau.

Fig. 7. Seiches transversales du lac Léman, les plus amples que j'aie jusqu'à présent observées.

Fig. 8. Seiches longitudinales du grand lac, oscillant d'après mes suppositions de Villeneuve à la barre de Promenthoux. Elles sont brodées par des vibrations causées par une bise faible.

Fig. 9. Seiches transversales de faible amplitude.

Fig. 10. Vibrations très-régulières. Bise modérée.

Fig. 11. Vibrations très-irrégulières. Bise violente.

---

# ÉQUILIBRE D'UNE SPHÈRE SUR UN JET D'EAU

PAR

**M. Édouard HAGENBACH**

Professeur de physique à l'Université de Bâle.

---

Tout le monde connaît la jolie expérience qui consiste à faire tenir en équilibre sur un jet d'eau une sphère ou un corps de forme approchante. Pour obtenir ce résultat, on se sert ordinairement d'une sphère creuse de laiton, d'une boule de verre à parois minces ou d'un œuf évidé. Ce qui frappe dans ce phénomène, c'est que le corps ne tombe pas, même lorsque certaines faibles influences étrangères tendent à le faire sortir de sa position. Ce corps se trouve dans un état d'équilibre stable, s'il est permis d'employer cette expression en parlant d'un corps qui, sans tomber, tourne rapidement autour de son axe sous l'action de forces extérieures. Les ouvrages de physique citent souvent la sphère en équilibre sur un jet d'eau pour prouver que la pression résultant du choc d'une colonne d'eau peut faire équilibre au poids d'un corps. Je n'ai trouvé que dans Weisbach [1] une explication de l'équilibre stable, et pour les points principaux ; Mousson [2], dans sa « Physique expérimentale, » partage son opinion.

Je ne puis me déclarer satisfait de cette explication de

[1] Weisbach, *Expérimental-Hydraulik*. Freiberg, 1855, p. 272.

[2] Mousson, *Physik auf Grundlage der Erfahrung*, 2me édit. Zurich, 1871, vol. I, p. 144.

Weisbach. Elle est en opposition avec des faits faciles à observer et contraire aussi aux principes de l'hydrodynamique. En effet, Weisbach admet que du point frappé par l'eau celle-ci se sépare en deux rayons opposés. Sur cette donnée repose toute son explication. Cependant il est facile de se convaincre que toute l'eau s'élève du côté où a eu lieu le choc excentrique et qu'il n'en coule pas dans le sens opposé. Du reste, un mouvement rétrograde de l'eau serait tout à fait impossible et sa direction serait contraire à celle du mouvement de rotation de la sphère; de plus, cette eau entrerait en collision avec celle qui circule tout autour de la sphère dans le sens de la rotation. Mais, lors même que, d'après la supposition de Weisbach, une division du jet d'eau aurait lieu, il est évident que la quantité d'eau dont la déviation serait le plus considérable devrait être de beaucoup la plus petite; malgré cette grande déviation, elle ne pourrait donc exercer qu'une pression insignifiante au point de vue dynamique. Encore un point qui soulève une objection : Pourquoi la flèche, qui dans la figure de Weisbach représente l'intensité de la pression dynamique de l'eau, est-elle dirigée dans le sens du courant de celle-ci, au lieu d'être admise perpendiculaire à la surface de la sphère au point de contact?

Avant d'étudier et d'expliquer d'une façon plus approfondie le phénomène qui nous occupe, nous le décrirons dans son essence. Ceci est d'autant plus nécessaire que nous n'en avons trouvé nulle part une représentation fidèle, les fabricants d'appareils hydrauliques ne représentent généralement dans leurs catalogues cette jolie expérience que par des dessins tout à fait faux. Les figures qui accompagnent ce mémoire sont prises d'après

nature. Je les dois à l'obligeance de M. C. Völlmy, instituteur.

Il peut se présenter deux états différents d'équilibre de la sphère sur le jet d'eau. Nous examinerons plus tard quelles sont les causes qui les déterminent l'un ou l'autre. Pour le moment, nous voulons les décrire chacun à part.

Le premier cas est représenté, pl. IV, fig. 1. Le jet d'eau, divisé en gouttelettes, atteint la sphère latéralement à environ 50° du point le plus bas (dans le dessin à gauche). C'est de ce côté-là, c'est-dire à gauche, que toute l'eau est déviée. La sphère elle-même tourne rapidement dans le sens de la flèche autour d'un axe horizontal. Elle se meut aussi, tantôt vite, tantôt plus lentement, autour du jet, c'est-à-dire qu'une seconde rotation a lieu autour d'un axe vertical parallèle à la direction du jet. Cette seconde rotation n'a pas toujours lieu : elle peut se produire de droite à gauche ou de gauche à droite, mais lorsque le mouvement a commencé dans un certain sens, il continue assez généralement assez longtemps dans le même sens, jusqu'à ce que tout à coup la sphère, évidemment sous l'influence d'une action perturbatrice extérieure, se retourne et circule en sens inverse.

L'eau déviée à gauche suit la sphère dans son mouvement, et à chaque point de son parcours elle est projetée suivant la tangente à la sphère, comme cela aurait lieu sur une meule en rotation. Une partie de l'eau suit même tout le pourtour de la sphère et revient jusqu'à la place où a lieu le choc initial. Lorsque la sphère circule autour du jet, après une révolution l'eau qui revient ne le rencontre pas, mais passe à côté pour abandonner la sphère avant qu'il s'élève de nouveau.

Le second cas est représenté par la fig. 2 *a* et la fig. 2 *b*. Ici la sphère ne circule pas autour du jet, mais elle se balance (oscille) dessus, et cela sur sa partie inférieure lisse et homogène. Elle va de la position de fig. 2 *a* à la position fig. 2 *b* en passant par la position intermédiaire où le jet frappe la sphère par son point central le plus bas, puis elle revient à sa première situation. En même temps, la sphère tourne sous l'action de l'eau, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, comme l'indiquent les flèches. Par suite l'eau est lancée tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

Pour expliquer l'un et l'autre de ces états d'équilibre, examinons d'abord, d'après les lois hydrodynamiques, quel est le jeu des forces, lorsqu'un jet d'eau atteint obliquement une sphère, c'est-à-dire la frappe sur un point excentrique.

Supposons que le jet frappe la sphère au point A, fig. 3, soit :

$v$ la vitesse du jet d'eau,

$m$ la masse de l'eau contenue dans l'unité de longueur du jet,

$r$ le rayon de la sphère,

$p$ le poids de la sphère,

$\alpha$ la grandeur de l'arc ou de l'angle compris entre le point A et le point de la sphère situé le plus bas.

Nous divisons la vitesse $v$ en une vitesse radiale $v. \cos \alpha$ et une vitesse tangentielle $v. \sin \alpha$. La composante avec la vitesse radiale donne, d'après les lois de la pression hydrodynamique, un choc perpendiculaire à la sphère. Désignons ce choc radial par R, nous aurons

$$R = m. v^2. \cos \alpha$$

La vitesse du jet agissant perpendiculairement est détruite en partie. Mais comme l'eau s'échappe de tous les côtés également suivant la tangente, il n'y aura pas, de ce fait, d'impulsion communiquée à la sphère.

La composante tangentielle donnerait, si elle agissait sur les palettes d'une roue en repos, une force tangentielle $m. v^2. \sin \alpha$. Mais le jet entraîne par frottement la sphère dans la direction du mouvement. L'eau n'agit donc pas avec toute sa vitesse, mais seulement avec la différence de sa vitesse et de la vitesse de la surface de la sphère. La force tangentielle sera donc bien proportionnelle à l'expression ci-dessus, mais considérablement plus petite ; nommons-la T, nous aurons :

$$T = \beta. m. v^2. \sin \alpha$$

où $\beta$ est un coefficient sensiblement plus petit que 1.

Comme l'eau n'agit pas immédiatement sur la sphère avec son excédant de vitesse au point où elle frappe, mais sur une certaine surface assez étendue, la direction de la force tangentielle résultante n'est pas la tangente au point A, mais à un point $A_1$, qui est avancé dans la direction du mouvement de l'eau d'un arc que nous nommerons $\varepsilon$.

L'eau déviée suit, comme nous l'avons vu, la surface sur une étendue tantôt plus grande, tantôt plus petite. Ceci provient de ce que l'adhérence entre la sphère et l'eau et la cohésion des molécules de l'eau entre elles font continuellement dévier les particules de l'eau de la direction de la tangente. Cette force agit entre le jet d'eau et la sphère et attire tout aussi bien celle-ci en dehors dans la direction du rayon, c'est-à-dire, dans le jet, que les petites particules de l'eau dans la même direction en dedans. Par conséquent à toutes les places où

l'eau suit la sphère une force agit vers l'extérieur dans la direction du rayon. C'est donc une force centrifuge qui agit sur la sphère, et nous aurons aussi à déterminer sa grandeur et sa direction.

Admettons que le jet qui frappe la sphère en A suit en moyenne la surface de la sphère jusqu'en D : nous disons, en moyenne, parce que l'eau n'est pas projetée loin de la sphère tout à la fois, mais peu à peu par parties successives. La résultante des forces centrifuges prend donc, si nous négligeons l'insignifiante diminution de vitesse sur la route de A en D, la direction BO, si B est placé à égale distance de A et de D. Nous appelons $\varphi$ l'angle que fait avec BO un rayon mené d'un point quelconque situé entre A et D au point O et la plus grande valeur de $\varphi$, c'est-à-dire, l'angle BOA ou BOD : $\varphi_1$. La vitesse du jet dans la direction de la tangente et, par conséquent, aussi celle de l'eau déviée de la sphère est $v \sin \alpha$; ainsi donc sur chaque élément de masse agit la force

$$m.\, r.\, d\varphi.\ \frac{v^2.\, \sin^2 \alpha}{r} = m.\, v^2.\, \sin^2 \alpha\, d\varphi;$$

Ceci donne par intégration pour la résultante de la force centrifuge qui agit dans la direction BO :

$$C = 2.\, m.\, v^2 \sin^2 \alpha.\, \sin \varphi_1.$$

Nous remarquons donc sur la sphère, par suite du choc de l'eau, outre le poids $p$, l'action des trois forces R, T et C ; appliquons ces forces au centre de gravité et décomposons chacune d'elles en une composante horizontale et une verticale. Nous appellerons *positives* les forces horizontales quand elles tendent à éloigner la sphère du jet, qu'elles agissent donc en repoussant la sphère, et

*positives* les forces verticales lorsqu'elles agissent de bas en haut.

Soit H la résultante horizontale et V la résultante verticale, nous aurons :

$$\text{(I)}\quad H = m.v^2.\sin\alpha\left(\cos\alpha - \beta.\cos(\alpha+\varepsilon) - 2.\sin^2\alpha\sin\varphi_1\sin(\alpha+\varphi_1)\right)$$

$$\text{(II)}\quad V = -p + m.\ v^2.\left(\cos^2\alpha + \beta.\ \sin\alpha.\sin(\alpha+\varepsilon) - 2\sin^2\alpha\sin\varphi_1\cos(\alpha+\varphi_1)\right)$$

Si l'on transporte le point d'application des forces au centre de gravité, on obtient trois couples de rotation qui sont égaux au produit de chaque force par sa distance au centre de gravité. Si nous avons comme corps flottant une sphère dont le centre de gravité est au centre de la figure, T seul nous donne un couple de rotation. Si nous le désignons par M, nous aurons :

$$\text{(III)}\qquad M = T.\ r.$$

L'axe de ce couple de rotation est horizontal et toujours perpendiculaire au plan dans lequel agissent R, T et C; la rotation a lieu dans le sens de la flèche dans fig. 3.

Maintenant si la sphère doit flotter sur le jet, on doit avoir $H = 0$ et $V = 0$, et l'équilibre par rapport aux deux résultantes doit être stable.

En ce qui concerne la résultante verticale V, l'équilibre est toujours stable: en effet, l'expression entre parenthèses est positive pour la position d'équilibre. Si donc de cette position où V est égale à zéro, la sphère s'élève à une plus petite $v$, nous aurons une force négative; si elle s'abaisse à une plus grande $v$, ce sera une force positive; la sphère est donc toujours ramenée au point d'équilibre.

Quant à la résultante horizontale H, elle est égale à zéro quand $\alpha = 0$, c'est-à-dire quand le jet frappe la sphère au milieu ; seulement la sphère ne peut pas flotter à cette place, parce que l'équilibre est instable : comme $\beta$ est $< 1$, les deux premiers termes dans la parenthèse pris ensemble sont positifs ; lorsque $\alpha$ est petit, ils sont évidemment plus grands que le terme négatif ; la force qui éloigne la sphère du jet d'eau est donc celle qui prédomine. Si $\alpha$ augmente, le membre positif diminue et le négatif augmente ; il y a donc une quantité $\alpha_1$, qui mise à la place de $\alpha$, rend aussi $H = 0$, et ici l'équilibre doit évidemment être stable, puisque, pour des valeurs de $\alpha < \alpha_1$, la sphère est repoussée, pour des valeurs de $\alpha > \alpha_1$, la sphère est attirée. De $\alpha = \alpha_1$ jusqu'à $\alpha = 90°$ nous aurons H négatif, c'est-à-dire que pour ces valeurs de $\alpha$ la sphère est attirée dans le jet.

Comme cette résultante horizontale joue un rôle prépondérant dans l'explication du phénomène de la sphère flottante, j'avais à cœur de contrôler par une expérience soit l'exactitude de la formule posée, soit surtout cette attraction du jet d'eau qui, au premier abord, est si frappante. A cet effet, j'ai construit un appareil très-simple, représenté fig. 4. Il consiste en un tube cylindrique de verre ou de laiton qui est suspendu horizontalement à un fil passant par le tube. Une force agissant latéralement pourra le faire sortir de sa position d'équilibre, comme une escarpolette. Au-dessous, un jet d'eau s'élève verticalement d'un ajutage fixé sur un pied mobile. Si le jet agit de bas en haut par un choc central sur le point le plus bas du tube, celui-ci s'écarte tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, et il est facile de se convaincre que, dans ce cas, nous avons un équilibre instable. Si le jet atteint le tube

latéralement en un point rapproché du point le plus bas, il repousse le tube, et l'on peut ainsi le presser un peu de côté. Si alors on augmente légèrement la valeur de $\alpha$, le tube reste suspendu dans sa position verticale d'équilibre, tandis que le jet le frappe excentriquement. Ceci nous montre clairement que dans ce cas le tube n'est ni repoussé ni attiré latéralement et que, par conséquent, le jet atteint le tube au point éloigné du point le plus bas de la longueur d'un arc désigné précédemment par $\alpha_1$. C'est ainsi que j'ai essayé d'évaluer expérimentalement la valeur de $\alpha_1$; en lançant un jet clair et homogène, j'ai trouvé environ $30°$, pour le jet trouble et divisé en gouttelettes environ $50°$. La différence des angles dans les deux cas s'explique très-simplement. Toutes les circonstances étant égales d'ailleurs, la force que nous avons désignée sous le nom de résultante de la force centrifuge, sera beaucoup plus petite avec le rayon trouble, puisque, comme on peut facilement s'en assurer, une partie du jet passe à côté du tube avec une déviation nulle ou presque nulle; dans le jet homogène la cohésion transmet la déviation au jet tout entier. Donc dans le jet divisé, l'attraction ne surmontera la répulsion qu'avec un $\alpha$ plus considérable. Si le jet agit en dehors de l'arc $\alpha_1$ sur le tube, il est aisé de voir prédominer l'attraction exercée par le jet sur le tube. La grandeur de la force attractive augmente jusqu'à ce que $\alpha$ soit environ égal à $90°$, c'est-à-dire jusqu'à ce que le côté extérieur du jet soit tangent au tube. En retirant lentement le jet, on peut faire sortir le tube de son état d'équilibre vertical, jusqu'à ce qu'il atteigne cette limite. Nous avons alors équilibre entre la composante de la pesanteur qui tend à ramener le tube dans la position d'équilibre et les forces provenant du

choc de l'eau. De ces forces nous pouvons négliger la force tangentielle T, puisqu'elle doit agir à peu près dans la direction du fil suspenseur.

Soit :

P le poids du tube;

$l$ la longueur du fil auquel est suspendu le tube, c'est-à-dire la distance du tube au point de suspension;

$d$ la quantité dont le tube est dévié de sa position d'équilibre :

$\delta$ l'angle de déviation déterminé par l'équation $\sin\delta = \frac{d}{l}$

Nous aurons pour condition d'équilibre dans la position déviée :

$$\frac{P.d}{l} = m.v^2 \left(2 \sin^2 \alpha . \sin \varphi_1 . \sin(\alpha + \varphi_1 - \delta) - \cos \alpha . \sin(\alpha - \delta)\right)$$

Les quantités P, $d$ et $l$ peuvent être mesurées directement; la quantité $m$ est égale à la section du jet, multipliée par le poids de l'unité cubique de l'eau et le poids spécifique du liquide et divisée par l'accélération de la pesanteur $g$; $v$ est la vitesse de l'eau dans le jet, lorsqu'il frappe la sphère; on déduit la vitesse à l'orifice du volume de l'eau écoulée dans l'unité de temps et du rayon $\rho$ de l'ajutage; ensuite au moyen de $v_1$ et de la hauteur $h$ du tube au-dessus de l'orifice, on calcule $v$ d'après la formule :

$$v^2 = v_1{}^2 - 2\,gh$$

Nous estimons les quantités $\alpha$ et $\varphi_1$ à vue d'œil et supposons $\alpha = 80°$ et $\varphi_1 = 13°$. Il faut faire observer que $\varphi_1$ ne peut représenter qu'une valeur moyenne, puisque l'eau suit la surface de la sphère sur une étendue tantôt

plus grande, tantôt moins considérable et qu'elle s'en écarte peu à peu.

Voici les résulats obtenus dans l'un de nos essais :

| P | $d$ | $l$ | $\rho$ | V | $h$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 38,5 gr. | 1,05 décim. | 8,6 décim. | 0,0125 décim. | 0,029 lit. | 0,4 décim. |

Si nous introduisons ces quantités dans l'équation ci-dessus, nous obtenons :

Pour le côté gauche : 4,7 grammes.
Pour le côté droit : 4,6 »

Cette confirmation complète de l'équation précédente n'a qu'une valeur relative, parce que les angles $\alpha$ et $\varphi_1$ ont été simplement estimés et qu'on s'est donné une certaine latitude pour faire coïncider les résultats.

Cependant comme les valeurs choisies pour $\alpha$ et $\varphi_1$ n'ont rien de forcé et s'accordent avec les essais, ce calcul peut, quoi qu'il en soit, montrer que la cause que nous avons imaginée, pour rendre compte de la déviation, est parfaitement suffisante.

Faisons encore remarquer que l'angle $\varphi_1$ n'est pas constant: il dépend, comme nous le verrons plus tard, de $\alpha$ et de plus il diminue lorsque la vitesse augmente. C'est pourquoi la déviation $d$, $l$ restant la même, ne varie qu'à peu près proportionnellement au carré de $v$. Voici des résultats obtenus avec des ajutages et des tubes égaux :

| $v$ | $d$ | $\frac{v^2}{d}$ |
|---|---|---|
| 44,9 décim. | 0,65 décim. | 3102 |
| 58,4 » | 1,05 » | 3248 |
| 99,0 » | 2,4 » | 4084 |

Revenons maintenant au problème de la sphère : il s'agit d'expliquer, au moyen des formules I, II et III, le

phénomène de la sphère en équilibre sur le jet d'eau, et cela dans les deux cas indiqués. Comme nous l'avons fait observer plus haut, la force centrifuge (déviative) agit moins énergiquement avec le jet divisé qu'avec le jet homogène : nous profitons de ce fait pour retrancher dans le troisième membre des équations I et II le facteur 2, aussitôt qu'il s'agit des effets d'un jet divisé.

Voyons d'abord quels éclaircissements nous pourrons tirer des équations sur la valeur des angles $\alpha_1$, c'est-à-dire sur le lieu de l'équilibre stable. Ils se déduisent de la donnée II = 0. Pour déduire de cette équation conditionnelle la valeur de $\alpha_1$, nous devons admettre des valeurs numériques pour $\beta$, $\varepsilon$ et $\varphi_1$. Pour des raisons semblables à celles que l'on emploie pour démontrer le peu d'effet utile d'une roue à vanne à palettes droites, nous devons prendre $\beta$ sensiblement plus petit que 0,5, soit 0,3. On aurait, il est vrai, toutes sortes de raisons pour admettre que dans l'action du jet divisé, $\beta$ est plus petit que dans celle du jet homogène, et l'on pourrait réduire ainsi quelque peu les seconds membres des équations I et II pour les jets divisés ; mais comme ces membres ont peu d'importance pour l'explication du phénomène, nous mettons dans les deux cas, pour simplifier, $\beta = 0,3$. Quant à la quantité $\varphi_1$, nous l'avions faite 13° dans le tube dont le bord extérieur était atteint par le jet. Dans le cas présent, la sphère est frappée inférieurement, et l'eau est pressée avec une force beaucoup plus grande contre la sphère ; il faut donc prendre $\varphi_1$ sensiblement plus grand. On peut aussi se convaincre clairement par l'observation que l'eau, dans ce cas, coule sur une étendue beaucoup plus grande de la surface déviative. Si donc nous admettons qu'en moyenne l'eau accompagne la

sphère sur un arc de 80° et que nous faisons, par conséquent, la moitié de cet arc $\varphi_1 = 40°$, nous serons assez près de la vérité. La quantité $\varepsilon$ qui n'exerce pas une influence essentielle sur les équations, pourra être fixée à 10°. Étant ainsi donné : $\beta = 0.3$, $\varphi_1 = 40°$ et $\varepsilon = 10°$, nous trouverons, pour le cas où le jet homogène agit sur la sphère, en nous servant de l'équation $H = 0$, très-approximativement $\alpha_1 = 30°$, et pour le cas du jet divisé où nous supprimons le facteur 2 au troisième membre de la parenthèse, $\alpha_1 = 50°$. Ceci coïncide avec les angles que nous avons fixés par estimation comme lieux de l'équilibre stable dans nos expériences. Les phénomènes observés à la sphère flottante coïncident aussi avec les nombres obtenus par le calcul, pour autant que l'on peut estimer des angles pendant le mouvement.

Nous avons encore à élucider la question suivante : Pourquoi remarquons-nous un va-et-vient de la sphère sur le jet homogène, et pourquoi, sur le jet divisé, la sphère reste-t-elle immobile, ou bien circule-t-elle autour du jet?

Si l'on introduit latéralement avec la main la sphère dans le jet, nous avons d'abord, au moment du contact du bord de la sphère avec le jet, $\alpha = 90°$ ; alors a lieu, comme on le sent fort bien, une attraction qui communique à la sphère, lorsqu'on la lâche, une vitesse dans le jet. Dans tous les cas, la sphère attirée dépassera le lieu de l'équilibre stable où $\alpha = \alpha_1$, mais ira-t-elle plus loin que le lieu de l'équilibre instable, c'est-à-dire que cette position médiane où $\alpha = 0$. Si cela n'a pas lieu, la sphère se balancera quelque temps autour du lieu d'équilibre stable, et bientôt, en vertu de la résistance de

frottement, elle s'y arrêtera à l'état de repos. Les choses se passent autrement lorsque par l'attraction la sphère acquiert une vitesse assez grande pour dépasser le lieu de l'équilibre instable ; la sphère passera alors de l'autre côté du jet, elle y dépassera de même le lieu de l'équilibre stable et elle arrivera avec une vitesse décroissante jusqu'au lieu où $\alpha = -90°$, où, par conséquent, elle touchera le bord opposé du jet. Elle retournera ensuite de la même façon. En vertu de la résistance de frottement, la vitesse diminuera aussi dans ce cas et les oscillations auront une amplitude moins considérable ; cependant par un motif dont on se rendra facilement compte, la sphère n'arrivera pas cette fois à l'état d'équilibre stable, mais elle continuera ses oscillations.

En effet, au moment du passage par le lieu de l'équilibre instable, le sens du couple de rotation change ; mais comme la sphère possède une vitesse de rotation, elle n'acquerra pas immédiatement un mouvement en sens inverse. Par conséquent, le jet dévié, c'est-à-dire l'eau coulant le long de la surface de la sphère, ne changera pas de direction au moment du passage par la position médiane, mais un peu plus tard, pour couler sur la sphère en sens inverse. Mais comme, à notre connaissance, la force qui attire la sphère dans le jet provient de l'eau déviée, autrement dit de celle qui coule le long de la surface de la sphère, cette force ne pourra pas non, plus modifier son sens au milieu ; elle agira dans le même sens plus loin que ce milieu. De cette façon, soit en allant soit en venant, elle accélérera le mouvement plutôt qu'elle ne le retardera.

La question de savoir si la sphère s'établit dans le lieu de l'équilibre stable, ou si elle continue à osciller en

passant dans ce dernier cas sans cesse par les différents lieux d'équilibre, dépend donc, d'après les explications données, de la vitesse acquise avec laquelle elle atteint le lieu d'équilibre stable, et si cette vitesse est suffisante pour lui faire dépasser les lieux d'équilibre instable ou non.

L'équation formulée précédemment peut nous faciliter l'examen de ce point.

Si la sphère s'avance horizontalement du bord où $\alpha = 90°$ jusqu'au milieu où $\alpha = 0$, dans la première période du mouvement de $\alpha = 90°$ jusqu'à $\alpha = \alpha_1$, c'est-à-dire aussi longtemps que H est négatif ou attractif, et que le mouvement a lieu dans le sens de la force agissante, il se fera un travail positif; dans la seconde période du mouvement au contraire, de $\alpha = \alpha_1$ jusqu'à $\alpha = 0$, c'est-à-dire aussi longtemps que H est positif ou répulsif et que le mouvement a lieu dans le sens contraire à celui de la force agissante, il se fera un travail négatif.

Le travail positif pour la première période du mouvement égale :

$$\frac{g.r}{p}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\alpha_1} \text{H}.\, cos\, \alpha\, d\, \alpha;$$

Le travail négatif pour la seconde période du mouvement égale :

$$\frac{g.r}{p}\int_{\alpha_1}^{0} \text{H}.\, cos\, \alpha\, d\, \alpha.$$

Si la seconde valeur prise positivement est plus petite

que la première, la sphère, avec sa vitesse acquise dans le lieu d'équilibre stable, sera capable de dépasser le lieu d'équilibre instable, c'est-à-dire le milieu où $\alpha = 0$. Ceci a lieu, comme l'on peut s'en convaincre en exécutant les calculs, avec le jet homogène. Mais si la seconde valeur, prise positivement, est plus grande que la première, la force vive acquise dans la première période du mouvement ne sera pas capable de surmonter le travail de la seconde période; l'exécution des calculs montre encore que ceci a lieu avec un jet divisé.

Nous avons ensuite à examiner jusqu'à quel degré l'équation $V = 0$ ou

$$P = mv^2\big(\cos^2\alpha + \beta . \sin\alpha . \sin(\alpha+\varepsilon) - 2\sin^2\alpha . \sin\varphi_1 . \cos(\alpha+\varphi_1)\big)$$

correspond à la vitesse verticale de bas en haut du jet sur lequel la sphère est maintenue en équilibre.

On fit flotter une sphère de 10,7 grammes à une hauteur de 12 décimètres au-dessus de l'ouverture de l'ajutage; le jet était divisé et livrait en 27 secondes un litre. On détermina, d'après les deux dernières quantités données et d'après le rayon déjà connu de l'ajutage la valeur de $m. v^2$. En supposant, comme précédemment $\alpha = 50°$, $\beta = 0.3$ $\varepsilon = 10°$, $\varphi_1 = 40°$, et en faisant abstraction du facteur 2 dans le troisième membre de la parenthèse, puisqu'il s'agissait d'un jet divisé, on trouva pour l'expression de droite 10,2 gr., ce qui correspond avec une exactitude suffisante au poids donné de 10,7 grammes.

L'expérience montra encore que la même sphère de 10,7 grammes flottait à 2 décimètres de hauteur sur le jet homogène, quand ce jet donnait un litre en 39,5 secondes.

Dans ce cas la sphère n'est pas toujours frappée excentriquement par le jet, au point où $\alpha = \alpha_1$, mais elle oscille

de côté et d'autre; la valeur de $\alpha$ est variable; il faut donc introduire dans la formule une valeur moyenne pour $\alpha$. Il serait trop long de déduire cette valeur moyenne de la loi des oscillations. Contentons-nous de la remarque générale suivante : la sphère passe avec une vitesse relativement peu considérable par le point milieu, où le choc central a lieu et, par conséquent, la valeur médiane sera sensiblement plus petite que $\alpha_1$, qui dans le jet homogène continu est égal à 30°, soit donc $\alpha = 18°$, l'expression à droite donnera 10,1 grammes, ce qui, dans des expériences de ce genre, rentre dans les limites admises pour la vérification des formules.

D'après ce qui précède, on comprendra facilement pourquoi il est nécessaire de diminuer la pression et, par conséquent, la vitesse du jet, si l'on veut passer du phénomène du mouvement circulatoire sur le jet divisé au phénomène des oscillations de la sphère sur le jet homogène. Quelquefois on réussit en ouvrant ou en fermant doucement le robinet de l'ajutage à passer de l'un des cas d'équilibre à l'autre sans que la sphère tombe.

Enfin nous avons encore à examiner d'un peu près les mouvements rotatoires de la sphère.

Nous pourrions nous demander d'abord si la rotation en elle-même est nécessaire pour l'explication du phénomène de l'équilibre de la sphère. Déjà dans les expériences faites avec le tube suspendu, nous avons pu remarquer que l'attraction se manifeste très-sensiblement la même quoiqu'il n'y ait point de rotation. Cela peut arriver aussi parfois lorsqu'un corps est en équilibre sur un jet, et que le centre de gravité du corps flottant n'est pas en même temps le centre de courbure de la surface. Dans

ce cas, en effet, les forces R et C donnent des couples de rotation autour du même axe horizontal que T, et il peut arriver que la résultante finale de ces couples soit égale à zéro, et qu'au point de vue de la rotation il se produise un équilibre, instable, il est vrai, le plus souvent. Ainsi il arrive parfois lorsqu'on fait danser un œuf évidé sur le jet, qu'il s'attache au jet dans une position excentrique sans tourner. Cependant ce phénomène est toujours de courte durée, et l'expérience réussit très-rarement, parce qu'il faut probablement un concours de circonstances favorables. Si, comme corps flottant, nous avons une sphère, dont le centre de gravité coïncide avec le centre de courbure de la surface tout entière, elle tournera toujours. Dans sa course circulaire sur le jet divisé, elle tournera sans cesse dans le même sens; dans ses oscillations sur le jet homogène, tantôt d'un côté, tantôt du côté opposé.

Reste à expliquer le mouvement circulaire ou la seconde rotation autour d'un axe vertical. Nous avons déjà fait observer en décrivant le phénomène, que cette rotation n'a pas toujours lieu. Quelquefois la sphère tourne quelque temps sur l'axe horizontal seulement et reste à la même place, excentrique au jet; mais lorsque le mouvement circulaire a commencé une fois, il persiste longtemps dans le même sens. La première impulsion est évidemment donnée par quelque cause agissant fortuitement du dehors; on peut admettre que dans la plupart des cas c'est la chute de l'eau tombante qui, chassée de côté par quelque courant d'air, frappe la sphère d'un seul côté. De là peut résulter un couple de forces autour d'un second axe horizontal. Comme ce couple de forces agit sur un corps qui est déjà en rotation, il en résultera,

comme dans le gyroscope, un déplacement angulaire de l'axe dans un plan horizontal, c'est-à-dire une rotation autour de l'axe vertical. Mais aussitôt qu'elle commence à circuler, le jet atteint obliquement la sphère qui vient à sa rencontre, et le moment de rotation qui en résulte a pour conséquence un mouvement circulaire continu dans le même sens. Ceci dure jusqu'à ce qu'une influence perturbatrice extérieure, qui fournit un nouveau moment de rotation, intervertisse le sens de la circulation.

Remarquons encore en terminant que, d'après les explications données, le phénomène repose surtout sur la force que nous avons désignée sous le nom de résultante de la force centrifuge ; celle-ci ne se manifeste que lorsque la sphère fait dévier le jet, c'est-à-dire lorsque l'adhérence entre la sphère et le jet agit normalement. C'est pourquoi la sphère tombe aussitôt qu'elle est graissée ou que l'eau contient beaucoup d'air. Il est, par conséquent, utile pour la réussite de l'expérience de dégraisser la sphère avec de l'acide oxalique.

# EXTRAIT

DU

# RAPPORT ANNUEL DE L'ASTRONOME ROYAL DE GREENWICH

## AU BUREAU DES VISITEURS DE CET OBSERVATOIRE

En date du 3 juin 1876.

(Brochure anglaise de 26 pages in-4°.)

---

Le Rapport présenté récemment par sir George Airy, à la visite annuelle officielle de l'observatoire royal de Greenwich, renferme, comme les précédents, un compte rendu sommaire de tout ce qui concerne ce grand établissement, dans le développement qu'il a pris sous son directeur actuel. M. Airy y passe successivement en revue, dans les 7 premiers paragraphes, l'état des bâtiments, des manuscrits, de la bibliothèque, des instruments astronomiques, des observations et de leurs réductions.

On avait constaté, en 1874, un certain degré d'usure dans les pas de vis des 6 microscopes micrométriques servant aux lectures des divisions du cercle-méridien. M. Simms a d'abord établi 4 nouveaux microscopes, pour qu'on pût déterminer les légères erreurs qui en étaient résultées, et il a changé ensuite les vis des 6 microscopes ordinaires.

Le nombre des étoiles fondamentales pour la détermination du temps est de 215. Quatre étoiles circompolaires sont observées, autant que possible, à leurs pas-

sages au méridien au-dessus et au-dessous du pôle. Le soleil et les grandes planètes sont observés chaque jour ouvrable ; les petites planètes le sont dans la première moitié de chaque lunaison, les observations dans l'autre moitié étant, par convention spéciale, effectuées à l'observatoire de Paris. Vu le nombre, toujours croissant, de ces très-petites planètes reconnues (il y en a actuellement 165), M. Airy pense sérieusement à limiter le nombre de celles qu'on observera. Il annonce qu'une Société allemande a proposé, pour l'année prochaine, de n'en observer que 17, choisies entre les plus lumineuses, entre celles qui ont les inclinaisons et les excentricités de leurs orbites les plus grandes ou les plus petites, et qui sont les plus rapprochées de Mars et de Jupiter. La lune est constamment observée, soit au méridien, soit hors du méridien avec l'altazimuth.

Il y a eu, du 20 mai 1875 au 8 mai 1876, 3,485 observations de passages au méridien, et 3,374 de distances zénitales méridiennes.

On a effectué avec l'altazimuth, 791 observations azimutales de la lune et d'étoiles, et 367 observations de distances zénitales lunaires.

On a pu observer 4 fois ce satellite, 1 ou 2 heures avant ou après sa conjonction avec le soleil.

Il y a eu 39 paires d'observations de l'étoile $\gamma$ du Dragon avec le tube zénital, avec retournement de l'instrument entre les observations, et 5 observations simples.

M. Airy publie, de temps en temps, des catalogues d'étoiles, qui sont toujours accueillis par les astronomes comme constituant d'importants documents scientifiques. Il en annonce comme prochain un nouveau, qui comprendra les observations faites depuis le 1[er] janvier 1868.

La latitude de l'observatoire, résultant des dernières observations, est de 51° 28′ 38″,48.

Je ne dois pas omettre de mentionner les observations d'éclipses, d'occultations, etc., qui se font à Greenwich, avec trois équatoriaux, dont le principal a une lunette de 12 $^3/_4$ pouces anglais d'ouverture. Il n'y a pas eu d'observations de nouvelles comètes dans l'année, mais M. Airy signale un certain nombre d'observations micrométriques de 5 des satellites de Saturne, récemment faites, à l'aide de l'éphéméride de ces satellites publiée par M. Marth dans les *Astronomische Nachrichten.*

Les paragraphes 8 et 9 du Rapport sont relatifs aux observations spectroscopiques et photographiques. J'entrerai à ce sujet dans quelques détails préliminaires.

On sait que M. le Dr W. Huggins, président actuel de la Société astronomique de Londres, a cherché, depuis quelques années, à déduire de ses observations spectroscopiques des notions sur les mouvements des étoiles, qui les rapprochent où les éloignent de notre système solaire. L'idée émise par Doppler, en 1842, à ce sujet, est que ces mouvements, combinés avec celui de la terre, doivent altérer un peu la réfrangibilité de la lumière qu'elles émettent, ou la longueur de l'onde lumineuse, et faire, en conséquence, légèrement dévier les lignes du spectre de ces étoiles, des lignes correspondantes du spectre des mêmes substances terrestres.

M. Huggins a publié, en 1868 et 1872, dans les *Transactions philosophiques* de la Société royale de Londres, deux mémoires sur ce sujet, dont un court extrait a paru dans le n° de janvier 1873 de nos *Archives.* L'Académie des sciences de Paris lui a accordé, le 25 novem-

bre 1872, la médaille de Lalande pour l'ensemble de ses travaux.

M. Airy, vu le grand intérêt que présentent les recherches spectroscopiques, a jugé à propos d'instituer à l'observatoire de Greenwich des observations de ce genre, et il a publié, dans le n° de novembre 1875 des *Monthly Notices* de la Société astronomique, le résultat des premières, effectuées en 1874 et 1875 par MM. Christie et Maunder, en n'omettant aucune observation.

Un extrait de cet article a paru dans le n° de mars 1876 des *Archives*, et on a remarqué qu'il paraissait y avoir quelque désaccord entre les résultats partiels relatifs à un petit nombre des étoiles observées.

De son côté, le Père Secchi, qui s'était lui-même occupé de ce sujet précédemment, a, dans une communication à l'Académie des sciences de Paris, en date du 25 mars (insérée dans les *Comptes rendus* des 3 et 10 avril), signalé certaines discordances apparentes entre les résultats obtenus à Greenwich et ceux du D^r^ Huggins, manifestant quelque erreur possible dans ce genre d'observations.

Ces remarques ont donné lieu, soit à la mention spéciale faite sur ce sujet dans le Rapport officiel, soit à de nouvelles publications de MM. Airy et Christie, insérées dans le n° de mai 1876 des *Monthly Notices* ; et M. Huggins a répondu aussi au Père Secchi, dans une note publiée dans le *Compte rendu* du 5 juin.

La dernière communication de M. Airy contient, dans leurs détails, l'ensemble des observations spectroscopiques d'étoiles faites à Greenwich jusqu'en mai 1876, en ne prenant des moyennes que pour celles qui ne donnent pas lieu à incertitude dans leurs résultats. Il paraît, en

effet, qu'il y a beaucoup de difficultés et de chances d'erreur dans les observations de ce genre, et on n'a réussi que peu à peu à Greenwich, à l'aide de M. Hilger, à modifier les instruments de manière à y remédier.

Voici, maintenant, le résumé, publié sur ce sujet par M. Airy dans son *Rapport*.

« Cent vingt-six mesures ont été prises du déplacement de la ligne *F* dans le spectre de 20 étoiles, comparé avec celui de l'hydrogène ; quinze du déplacement des lignes *b* dans le spectre de 6 étoiles comparé avec le magnésium, et deux du déplacement des lignes *D* comparé avec celles du sodium. Seize mesures de la ligne *F* dans le spectre de la lune comparé avec l'hydrogène, ont donné un déplacement correspondant à un mouvement de moins de deux milles par seconde, ce qui semble montrer que la méthode de comparaison adoptée maintenant est libre d'erreur systématique. La manière d'après laquelle les mouvements d'approche et de recul sont distribués parmi les étoiles dans chaque nuit d'observation, confirme bien cette assertion. Les résultats récemment obtenus paraissent être, dans leur ensemble, aussi bien d'accord entre eux qu'on peut l'attendre dans des observations aussi délicates, et ils confirment remarquablement les conclusions du Dr Huggins sur les mouvements des étoiles qu'il a examinées. »

M. Christie, dans le petit mémoire cité plus haut, a signalé les modifications qu'on avait effectuées au spectroscope de Greenwich, et il a comparé les résultats obtenus, soit par M. Huggins, soit à Greenwich, sur les mêmes étoiles. Sur 21 étoiles, il n'y a que deux cas de discordance, et ces cas correspondent à des observations que M. Huggins regarde lui-même comme très-peu satis-

faisantes. Mais on voit par le tableau comparatif de M. Christie, que l'estimation de la quantité de mouvement des mêmes étoiles, déduite des deux séries d'observations, diffère quelquefois assez notablement.

Le spectroscope à prisme unique a été employé occasionnellement à Greenwich, pour dessiner les spectres des planètes et des étoiles. On a mesuré les lignes de Fraunhofer dans le spectre solaire, et la largeur des lignes de l'hydrogène, du magnésium et du sodium, en faisant varier la largeur de la fente, pour la détermination des échelles auxquelles ces diverses mesures ont été rapportées.

Des photographies du Soleil ont été prises avec un photohéliographe dans 182 jours. Il y a eu souvent, dans l'année, complète absence de taches, mais fréquence de facules.

Tous les groupes de taches et de facules ont été comptés, ainsi que les dates de leur apparition et disparition. Les aires des taches et des facules ont été mesurées avec le photographe, et leurs sommes ont été prises pour chaque groupe et chaque jour.

Des photographies de quelques étoiles doubles et de la lune ont été prises avec le grand équatorial, et quelques essais ont été faits pour photographier le spectre solaire et celui du magnésium.

Les n^os 11 et 12 du Rapport ont pour objet les observations magnétiques et météorologiques. C'est en 1837 que l'observatoire magnétique a été érigé dans une partie souterraine de l'établissement. L'assortiment d'instruments est très-complet; la plupart sont enregistreurs, mais il se fait aussi des observations par le procédé ordinaire à l'œil.

La déclinaison magnétique occidentale moyenne est actuellement à Greenwich d'environ 19° 21′, et l'inclinaison d'environ 67° 42′.

M. Glaisher avait commencé, il y a 2 ou 3 ans, la réduction des indications photographiques des thermomètres à boule sèche et à boule humide comprises entre 1848 et 1868, et la disposition des résultats en tableaux, correspondant aux diverses conditions météorologiques de l'atmosphère.

M. Ellis, qui a succédé à M. Glaisher dans ce département, a préparé une introduction à ce travail, et y a ajouté la réduction des observations photographiques du baromètre, en ce qui concerne la variation diurne et la marée lunaire. M. Airy espère que l'ouvrage sera terminé cette année.

Il y a à Greenwich, depuis 1846, des observations thermométriques faites à diverses profondeurs en terre. On en a déduit l'étude de l'influence graduelle à l'intérieur, des changements successifs de température à la surface, selon les saisons. Ces variations, très-lentes à l'intérieur, paraissent dépendre uniquement de celles à l'extérieur. M. Airy s'occupe aussi, comme l'avait fait déjà sir William Herschel, d'examiner si les irrégularités des températures annuelles et celles de la production du blé ont entre elles quelque relation.

Le n° 13 se rapporte à l'impression et à la distribution des volumes d'observations. On y voit que l'impression, à 300 exemplaires, de celui contenant l'ensemble des observations de 1874 et leurs réductions, est presque achevée. On en tire à part de quelques-unes des parties du volume. Le manuscrit des observations de 1875 est déjà fort avancé.

Le n° 14 est relatif aux chronomètres, aux signaux régulateurs du temps et aux opérations de longitude.

Le nombre actuel des chronomètres déposés à l'observatoire royal est de 161, dont 128 chronomètres de marine, 25 chronomètres de poche et 8 montres de bord (deck-watches). Les chronomètres mis au concours annuel par les fabricants pour les achats qui s'effectuent par l'amirauté, et ceux renvoyés par le gouvernement pour examen et réparations, sont comparés chaque jour; ils sont soumis, pour la température, à deux épreuves de 4 semaines chacune, et sont aussi examinés dans diverses positions magnétiques.

Un rapport très-détaillé sur les résultats du concours se publie annuellement. Celui pour 1875 comprend 49 chronomètres, livrés par 34 maisons d'horlogerie, dont 13 à Londres et 6 à Liverpool.

M. Airy ayant remarqué, depuis longtemps, que dans les bons chronomètres ordinaires, leur jeu est très-libre en ce qui se rapporte aux causes mécaniques d'irrégularité, mais qu'après tous les efforts des plus judicieux constructeurs, il y a, presque dans chaque cas, un défaut perceptible de compensation en ce qui concerne la température, et qu'il est très-difficile d'y remédier, non-seulement à cause de l'excessive petitesse du mouvement requis pour les poids de la courbe du balancier, mais aussi par le danger que peut courir l'équilibre du dit balancier.

Pour obvier à ces inconvénients, M. Airy a exposé, dans son rapport du 5 juin 1875, un procédé que je vais me hasarder à traduire ici, aussi exactement que je le pourrai. Par le moyen d'une barre supplémentaire, tournant à frottement rude sur le support du balancier (balance-

staff), il a introduit des poids supplémentaires, au bout desquels sont de très-légers ressorts, portant ces poids et les pressant constamment vers l'intérieur de la courbe du balancier. Quand la barre est tournée de manière à ce que les poids supplémentaires soient près du bout libre de cette courbe, la compensation est grande, tandis qu'elle est petite quand ils sont près de son point d'attache (root). Le mouvement qui a lieu de l'un à l'autre état est si simple, qu'il peut être aisément effectué sans le secours d'un horloger et sans dérangement de l'équilibre.

M. Airy dit, dans son dernier Rapport, que cette compensation supplémentaire a été appliquée avec succès à un certain nombre de chronomètres, et le sera désormais à tous ceux qui seront soumis à l'épreuve annuelle, l'ajustement final pouvant avoir lieu à l'observatoire. Je présume qu'il ne s'agit ici que des chronomètres de marine.

La boule dont la chute automatique, à 1 heure, sert à régler le temps autour de Greenwich, continue à fonctionner, ainsi que celle établie à Deal. Il n'y a pas eu de changement dans le système de signaux de temps distribués à toutes les parties de la Grande-Bretagne, au moyen de signaux de relai au bureau central des télégraphes de la poste.

Il est question de déterminer télégraphiquement la longitude de l'observatoire de Dublin. M. Oppolzer a aussi présenté récemment un plan d'opérations pour déterminer la longitude de Vienne, par communication télégraphique directe.

Le personnel de l'observatoire, qui fait l'objet du paragraphe 15 du Rapport, se compose, depuis la retraite de M. Glaisher à la fin de 1874 :

1° De l'astronome royal et de son 1er adjoint, M. Christie, qui le remplace en cas d'absence.

2° Dans le département astronomique, de MM. Dunkin, Lynn, Criswick, Downing, Thackeray, et de 6 ou 7 jeunes gens, calculateurs surnuméraires, qui peuvent aussi se former à la pratique des observations.

3° Dans le département magnétique et météorologique, de MM. Ellis et Nash, et de 4 calculateurs surnuméraires.

4° Dans le département photographique et spectroscopique de M. Maunder, avec un surnuméraire.

L'établissement est pourvu aussi de 3 ou 4 employés subalternes.

Le paragraphe 16 et dernier du Rapport que j'analyse est relatif aux *Œuvres extérieures,* et n'est pas un des moins intéressants. Il se rapporte, soit aux travaux ayant pour objet le dernier passage de Vénus, soit à ceux concernant la théorie de la lune.

On sait le grand intérêt que sir G. Airy a pris aux passages de Vénus. Il a été l'un des principaux promoteurs de tout ce qui a été fait, depuis quelques années, par le gouvernement anglais, pour préparer de nombreuses expéditions scientifiques, dans le but d'observer, dans les conditions les plus favorables, celui du 8 au 9 décembre 1872 [1]. Je vais extraire la mention faite des travaux ultérieurs sur ce sujet à Greenwich, d'après les deux derniers rapports de M. Airy.

Dans 3 stations des îles Rodrigue et Kerguelen et dans 2 des îles Sandwich les observations ont très-bien réussi,

[1] Une notice détaillée sur les préparatifs de ce passage, a paru dans le n° de septembre 1874 de nos *Archives*.

mais elles ont totalement manqué à la Nouvelle-Zélande, par le fait du mauvais temps. Il y a eu à l'île Rodrigue, outre les observations lunaires, de bonnes communications chronométriques avec les stations de lord Lindsay.

M. Airy estime, en général, que les observations à l'œil et les photographies ordinaires ont bien réussi, mais il doute de l'avantage que procure le procédé d'observation de M. Janssen. Le *ligament noir*, redouté au contact intérieur du disque du soleil et de Vénus, a causé peu d'embarras, mais un anneau lumineux, inattendu, autour de Vénus, a occasionné une difficulté et un doute nouveaux.

Les observateurs anglais sont tous revenus dans le cours de l'été dernier, sans décès ni accident. Il y a eu, cependant, postérieurement, dans une station de l'Afrique occidentale, une mort fort regrettable : celle du lieutenant C. Corbet de la marine royale, officier qui inspirait la plus grande confiance à M. Airy, et qui avait fonctionné à l'île Kerguelen.

Les chefs des stations (au nombre de 5) et d'autres observateurs ont passé quelque temps à Greenwich, pour enregistrer leurs observations et en rendre compte. Tous sont partis, à l'exception : 1° du capitaine Tupman, chargé du travail entier des réductions, et de la surintendance de 4 jeunes calculateurs dans l'observatoire, ainsi que de quelques externes ; 2° du lieutenant Neate de la marine royale, qui a récemment complété les réductions relatives aux observations faites dans l'île Rodrigue.

Les instruments sont aussi tous revenus, à l'exception de ceux de Kerguelen, déposés à la baie de Simon (près le cap de Bonne-Espérance), qui ne tarderont pas à arriver.

Il y a eu, dans la partie astronomique des réductions, grand travail et difficulté pour la détermination des temps sidéraux locaux. Quelques erreurs instrumentales sont encore incertaines, et, en dépit des grandes facilités de réduction que donne l'instrument des passages, il semblerait préférable de faire dépendre les déterminations du temps des observations faites avec l'altazimuth. Ces déterminations des temps locaux sont, cependant, généralement complétées, sauf à Owhyhee, et la plus grande partie des comparaisons de pendules et de chronomètres est réduite. Quant aux longitudes géographiques, il y a peu d'avancement.

Les temps de Greenwich dans les stations d'Égypte ont été, cependant, déterminés dès l'année dernière, par l'usage qui a été fait d'un long fil télégraphique établi entre Port-Curno, en Cornouailles, et Alexandrie. M. Ellis à Port-Curno, a reçu des signaux de Greenwich et en a envoyé à Alexandrie, où M. Hunter les a reçus et en a envoyé à l'observatoire du capitaine Orde Browne, situé sur les collines de Mokattam au-dessus du Caire, et où le Khédive a fait construire un télégraphe pour l'usage de l'expédition. Il y a eu ainsi, de part et d'autre, des communications entre Greenwich et Mokattam, et elles ont été répétées 4 fois.

Quant à la partie photographique des observations, M. Airy a borné son attention aux mesures de distance entre les centres du soleil et de la planète. La mesure de la distance des 4 limbes, sur la ligne passant par le centre du disque solaire, a été opérée sur les images photographiques, à l'aide d'un instrument construit par M. Simms, sous la direction de M. Airy, et qui, au moyen d'un micromètre microscopique, rapporte ces distances sur une

échelle millimétrique. M. Burton s'est chargé des opérations successives à effectuer, qui donneront finalement les mesures en parties du demi-diamètre apparent du soleil.

Les photographies des stations de l'Inde et de l'Australie ont été mesurées ainsi, et M. Airy espère qu'on pourra comprendre toutes les observations dans le même système général de réductions.

Je passe à ce qui, dans les travaux récents exécutés à Greenwich, concerne la théorie de la lune.

M. Airy a publié, dans le n° de janvier 1874 des *Monthly Notices*, un mémoire, dans lequel il établit les points fondamentaux d'une nouvelle manière de procéder pour le perfectionnement de cette théorie. Adoptant ce qui a été fait de mieux dans les recherches algébriques sur ce sujet, et spécialement la théorie de la lune de M. Delaunay, il estime être en état, par de simples opérations numériques, d'obtenir finalement des résultats encore plus précis. Je n'entrerai pas ici dans le détail de son procédé.. Je me bornerai à dire qu'il a commencé ce grand travail à ses propres frais, avec un jeune calculateur. Encouragé par le Bureau des visiteurs, il a soumis ensuite à l'amirauté, et par elle à la trésorerie, une requête pour être aidé dans la poursuite de cette entreprise. Sa requête ayant été bien accueillie, 3 ou 4 jeunes calculateurs ont été, dès 1875, établis à ce travail, qui s'est beaucoup plus étendu que M. Airy ne l'avait d'abord pensé. Sans être encore terminé, il est en bonne voie d'exécution.

Les détails sommaires où je viens d'entrer sur l'organisation actuelle et les travaux qui se poursuivent à l'observatoire royal de Greenwich, me paraissent suffisants

pour constater que cet établissement, qui a rendu, depuis plus de deux siècles, d'importants services à l'astronomie, est dans un état de prospérité et de progrès remarquable, grâce aux facultés éminentes de son directeur actuel, au juste crédit dont il jouit auprès du gouvernement anglais, et au zèle dévoué de ses nombreux adjoints.

Le rapport de M. Airy que je viens d'analyser, est le $41^{me}$ qu'il ait adressé annuellement au Bureau des visiteurs. On doit vivement désirer que ce savant si distingué, puisse exercer longtemps encore les fonctions qu'il remplit si bien.

Alfred GAUTIER.

---

# EXPLICATIONS RELATIVES AUX DIFFÉRENCES

QUI EXISTENT ENTRE

# L'ARTEMIA SALINA ET L'ARTEMIA MUHLHAUSENII

ET ENTRE

# LES GENRES ARTEMIA ET BRANCHIPUS

PAR

M. W.-J. SCHMANKEWITSCH

---

Les *Archives des Sciences physiques et naturelles* (novembre 1875, n° 215) ont donné une analyse de mon article, intitulé « Sur les rapports de l'Artemia salina M. Edw., et de l'Artemia Muhlhausenii M. Edw., et sur le genre Branchipus Schæff, » qui avait paru dans la *Zeitschrift für wiss. Zool.* (tome XXV, 1er suppl., 1875). Comme cet article, imprimé dans la *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*, n'était qu'une publication préliminaire, le sommaire, pour ainsi dire, des faits indiqués par moi relativement à ce sujet, l'insuffisance de mes développements a fourni à l'auteur du Bulletin scientifique le motif de faire deux ou trois remarques critiques jointes d'ailleurs à une mention favorable des résultats que j'avais obtenus. Quoique j'aie publié l'année passée, en russe, mon ouvrage [1] complet qui pourra faire disparaître tous les malentendus indiqués par l'auteur de l'analyse,

[1] Sur quelques crustacés de marais salants et d'eau douce, et sur la relation qu'ils ont avec leur milieu. Mémoires (Zapiski) de la Société des Naturalistes de la Nouvelle-Russie ; tome III, livraison 2. Chapitre VII de mon article : « Les genres Artemia et Branchipus.»

il me faut cependant faire connaître les résultats de mes recherches en quelque langue qui soit suffisamment connue des spécialistes de l'Europe. Tandis que je continue mon travail qui paraîtra dans une langue accessible, je voudrais néanmoins dire quelques mots comme réponse aux questions posées dans le Bulletin des *Archives des Ssciences physiques et naturelles.*

L'auteur du compte rendu dit premièrement, que je ne fais aucune allusion à un caractère qui paraît être important et qui sépare l'Artemia salina de l'Artemia Muhlhausenii, c'est-à-dire à la forme différente des antennes inférieures qui présentent chez la première de ces espèces un renflement qui manque, selon l'auteur, chez la seconde. En effet, le renflement que les antennes inférieures présentent chez l'Artemia salina ne sépare pas cette espèce de l'Artemia Muhlhausenii. Il semble que l'auteur de la remarque prenne à la lettre la diagnose de ces espèces telle qu'elle est donnée par M. Milne Edwards [1] dans « l'Histoire naturelle des crustacés, » tandis que dans la diagnose de l'Artemia *salina* M. Milne Edwards rapporte les expressions « cornes céphaliques » aux antennes inférieures *des mâles* de cette espèce, sans faire allusion aux antennes inférieures des femelles ; mais dans la diagnose du même auteur pour l'Artemia *Muhlhausenii,* par les mots « cornes céphaliques,» il faut comprendre seulement les antennes inférieures *des femelles,* — je dis seulement des femelles, parce que *les mâles de l'Artemia Muhlhausenii n'étaient pas connus* jusqu'à ces derniers temps, et Fischer v. Waldheim et Rathke, les premiers auteurs qui aient décrit cette espèce, n'avaient

[1] *M. Milne Edwards,* Histoire natur. des crustacés. Paris, 1840, t. III, p. 370.

eu sous les yeux que les femelles de l'Artemia Muhlhausenii. C'est à ces auteurs que M. Milne Edwards avait emprunté sa diagnose de l'Artemia Muhlhausenii. Pour se convaincre que dans la diagnose de M. Milne Edwards relative à l'Artemia salina on doit par les mots « cornes céphaliques » comprendre les antennes inférieures des mâles, il suffit de comparer cette diagnose aux précédentes qui se rapportent aux espèces du genre Branchipus dans l'Histoire naturelle des crustacés par M. Milne Edwards. Il faut se rappeler, que les mâles de l'Artemia salina sont connus depuis le siècle passé (Dr Schlosser en 1755 et ensuite les autres auteurs) et que le prof. von Siebold [1] ne rapporte avec raison qu'aux mâles les mots « cornes céphaliques » dans la diagnose de M. Milne Edwards pour l'Artemia salina. En même temps, le prof. v. Siebold jusqu'à l'année 1871 où il publiait son ouvrage « Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden [2], ne trouvait dans la littérature aucune mention sur le caractère des mâles de l'Artemia Muhlhausenii, puisque les auteurs (Fischer v. Waldheim et Rathke), qui avaient parlé de cette espèce avant la publication de l'Histoire naturelle des crustacés par M. Milne Edwards (1840) et plus tard (S. Fischer, 1845), n'avaient décrit que les femelles de l'Artemia Muhlhausenii. La forme même des antennes inférieures des mâles et des femelles de l'Artemia salina fait voir que M. Milne Edwards avait décrit les antennes inférieures des mâles dans la diagnose de l'Artemia salina, puisque chez les femelles de cette espèce les antennes inférieures ont une autre forme carac-

[1] *V. Siebold*, Beiträge zur Parthenogen. der Arthrop. Leipzig, 1871, p. 207.

[2] Ibidem, p. 209.

téristique qui ne cadre pas avec une telle description. Au contraire, la description des antennes inférieures chez l'autre espèce, à savoir chez l'Artemia Muhlhausenii, dans l'Histoire naturelle des crustacés de M. Milne Edwards, ne convient qu'aux antennes inférieures des femelles de l'Artemia Muhlhausenii. Certainement, je ne regarde pas comme espèce distincte un de ces exemplaires dégradés de l'Artemia salina, qui au bout de quelques générations prennent, sous l'influence du milieu [1], les caractères distinctifs de l'Artemia Mulhausenii, et je ne sais pas si l'Artemia Muhlhausenii existe comme espèce séparée, indépendante, en dehors des générations dégradées de l'Artemia salina ; mais chez les générations d'ici, qui ont les caractères de l'Artemia Muhlhausenii, les antennes inférieures des *mâles* (qu'on trouve le plus rarement), ne diffèrent pas essentiellement des antennes inférieures des mâles de l'espèce d'ici, Artemia salina ; à peine ces antennes sont-elles un peu plus larges chez les derniers que chez les premiers. Aussi les antennes inférieures chez les femelles qui acquièrent les caractères de l'Artemia Muhlhausenii ne sont qu'un peu plus grêles que chez les femelles de l'Artemia salina.

Le malentendu est donc résolu par la raison que M. Milne Edwards, sous les mêmes dénominations (cornes céphaliques), a décrit les antennes inférieures *des mâles chez l'Artemia salina* et les antennes inférieures *des femelles chez l'Artemia Muhlhausenii*, et c'est pourquoi, au premier coup d'œil, ce renflement que présentent les an-

[1] Voyez mes recherches, publiées dans la *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XXV, 1er suppl., 1875, p. 104-106, et aussi dans les mémoires de la Société des natur. de la Nouvelle-Russie, t. III, livr. 11, pages 264-282 de l'article.

tennes inférieures de l'Artemia salina et qui semble manquer à l'Artemia Muhlhausenii paraît si important.

Il va sans dire que les deux sexes, chez ces animaux, ont une forme différente d'antennes inférieures et que sous ce rapport on ne peut comparer que les mâles aux mâles et les femelles aux femelles. A cet égard le Dr Grube[1] eut la précaution d'employer dans la diagnose de l'Artemia salina (Branch. salinus Gr.) les expressions « cornibus gracilibus, » et pour l'Artemia (Br.) Muhlhausenii, les expressions « cornibus gracilibus subrectis, » comparant sans doute les antennes inférieures *chez les femelles de ces espèces*. Mais le Dr Grube commit une faute dans la diagnose de l'Artemia salina, quand il compta onze poils sur le « lobus tarsalis pedum, » tandis que cette partie du corps est la palette selon Joly, comme le dit Grube lui-même (l. c., p. 141), et selon Joly le nombre des poils de la palette chez l'Artemia salina[2] varie de trente à trente-six ou trente-huit. Il semble que le Dr Grube compta les onze poils de l'autre partie de la patte branchifère, suivant la planche donnée par Joly[3], — de cette partie que le Dr Grube, lui-même, nomme « lobus tibialis[4]. » Des diagnoses si incorrectes données par les auteurs sérieux peuvent amener des erreurs et devenir la source de malentendus.

La seconde objection de l'auteur du compte rendu dans les Archives des sciences physiques et naturelles se fonde sur cette circonstance que, selon moi, les Artemia ne se

[1] *Grube*, Bemerkungen über die Phyllop.; *Arch. f. Naturgesch.*, p. 144-145.

[2] *Joly*, Sur l'Artemia salina. *Ann. des sciences naturelles Zool.*; sec. série, t. XIII, 1840, p. 236.

[3] Ibidem, planche 8, f. 1, *f* et *g*.

[4] Bemerk. über Phyll., p. 141.

distinguent des Branchipus que par le nombre de leurs segments abdominaux, et que je ne mentionne pas les différences (très-marquées selon l'auteur), que les antennes inférieures présentent chez ces deux genres. En effet, pour la clarté j'aurais dû désigner le nombre de segments abdominaux chez ces animaux comme un caractère anatomique *uniquement essentiel* pour ces deux genres parmi d'autres différences beaucoup moins importantes et peu marquées. Quoique chez la plupart des espèces du genre Branchipus les mâles aient certains appendices sur les antennes inférieures et auprès de la base de ces antennes, on connaît aussi des Branchipus (Branchipus ferox M. Edw., Grb., Chyz, et Branchipus medius, mh.), dont les mâles ne portent là aucun appendice. En même temps, on sait que les mâles des Artemia portent des appendices sur les antennes inférieures, afin de retenir la femelle, quoique ces appendices chez les Artemia soient moins développés que chez la plupart des Branchipus. En conséquence de ces faits, je ne regarde pas la forme des antennes inférieures chez ces deux *genres* comme un caractère *générique* essentiel, ni même important, mais comme un caractère secondaire. Aussi bien, de mon résumé publié dans le Zeitschr. f. wiss. Zool., il suit que si j'ai employé les expressions « le seul caractère anatomique » par rapport à un nombre de segments terminaux apodes chez les Artemia et Branchipus, néanmoins je reconnais aussi d'autres marques moins importantes que celle-là. Dans ce résumé (p. 108), je dis que lorsqu'une série de générations d'Artemia ont été élevées dans une eau de moins en moins salée, le dernier segment abdominal se divise en deux, ce qui fait qu'il y a alors 9 segments terminaux apodes comme chez les Branchipus, et on voit aussi appa-

raître *d'autres caractères* que le premier de ces genres emprunte au second ; c'est le cas, par exemple, pour la longueur des lobes caudaux, le nombre des poils que ceux-ci portent, etc. Dans un autre endroit du même résumé (p. 113 et 114), je n'appelle la présence des 9 segments terminaux apodes chez les Branchipus que le caractère anatomique « le plus important, » et plus loin je le regarde comme un caractère capital (Hauptkennzeichen) du genre Branchipus. Bientôt après cela, dans mon ouvrage [1] complet, publié en russe l'année passée (1875), je constituai les caractéristiques des genres Artemia et Branchipus, où j'énumérai la série des différences qui existent entre ces deux genres, et au même endroit je parlai de la forme différente des antennes inférieures chez ces animaux, en indiquant le nombre des segments abdominaux apodes comme un caractère essentiel chez ces genres.

Enfin, l'auteur du compte rendu (dans les *Archives des sciences physiques et natur.*) dit : « il est un peu difficile de comprendre si les modifications qui font passer l'Artemia salina à l'Artemia Muhlhausenii apparaissent plus tôt, plus tard, ou en même temps que les modifications qui rapprochent le genre Artemia du genre Branchipus. » S'il n'est ici question que de temps, je puis ajouter que les modifications qui font arriver l'Artemia salina jusqu'aux caractères essentiels du genre Branchipus apparaissent plus tard et nécessitent l'élevage d'une série de générations plus longue que les modifications qui donnent à l'Artemia salina les caractères de l'Artemia Muhlhausenii, telle que cette dernière espèce avait

[1] *Mémoires de la Société des naturalistes de la Nouvelle-Russie*, 1875, t. III, livraison 2 ; pages de mon article 323 et 324.

été décrite par les auteurs. Je crois devoir ajouter encore que si l'on place des exemplaires de l'Artemia salina dans deux vases, les générations successives des exemplaires qui seront dans de l'eau salée, dont la salure aura été graduellement augmentée, acquerront peu à peu les caractères de l'Artemia Muhlhausenii, et les générations des autres exemplaires se trouvant dans une eau de moins en moins salée prendront aussi peu à peu les caractères qui servent à distinguer le genre Branchipus.

En concluant, je regarde comme un devoir agréable de témoigner ma sincère gratitude à l'auteur du compte rendu dont je tirerai profit pour mes recherches.

Odessa, 28 avril 1876.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## PHYSIQUE

H. Wild. Photometrische Bestimmung des diffusen Himmelslichtes. Étude photométrique de la lumière diffuse du ciel. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St-Pétersbourg*. Vol. IX, décembre 1875.)

On est encore loin de posséder une interprétation rationnelle des propriétés de la lumière diffuse émanant du ciel: ce qui tient à l'absence de données suffisamment précises et détaillées sur les variations de teinte, d'intensité et de degré de polarisation de cette lumière. Or, M. Wild s'est proposé de faire une étude approfondie de ces trois circonstances fondamentales dans le but d'arriver, si possible, à porter un jugement motivé sur les diverses hypothèses qui ont cours au sujet de l'origine et de la nature de la coloration du ciel.

Il a dû, tout d'abord, se préoccuper de construire un appareil qui permette de mesurer avec précision et simultanément l'intensité ainsi que la teinte et la polarisation de la lumière diffuse provenant d'une direction quelconque, ce qui ne pouvait se faire au moyen des anciens cyanomètres de Saussure et d'Arago. L'instrument, assez compliqué, qu'il a fini par réaliser, et auquel il donne le nom de Uranophotomètre, paraît satisfaire à toutes les conditions du problème. Comme le cyanomètre d'Arago, sa construction repose sur les lois de la polarisation chromatique.

En résumé, outre les accessoires servant à l'orientation, la partie purement optique de l'appareil se compose essentiellement d'une boîte circulaire en cuivre, noircie intérieurement et percée de quatre ouvertures munies de tubes contenant diverses pièces, telles que polariscopes et polarisateurs mobiles. L'un de ces tubes est destiné à introduire dans l'appareil la lumière diffuse, que l'on compare avec celle d'un rayon émanant du soleil lui-même et qui pénètre dans la boîte par l'un des autres tubes, après avoir traversé une plaque de verre dépoli, qui en diminue l'éclat; diverses dispositions permettent de communiquer à ce rayon de comparaison la teinte même émanant du ciel. Dans ce but, après l'avoir polarisé partiellement, on lui fait traverser une plaque de quartz perpendiculaire à l'axe puis un prisme de Nicol. En faisant varier le plan de polarisation du rayon incident, on peut changer à volonté la couleur de la lumière transmise, dont on règle la teinte en augmentant ou diminuant la polarisation. Comme les diverses pièces sont munies de cercles gradués extérieurs, on obtient de la sorte une définition précise de la teinte correspondante de la lumière diffuse. Quant à l'intensité même de celle-ci, on la détermine par un procédé analogue. Pour cela, on lui fait traverser, sous l'angle de polarisation, une pile de glaces contenue dans la boîte et sur laquelle le rayon comparatif vient aussi se réfléchir sous le même angle. Il en résulte un mélange de rayons polarisés à angle droit, émanant des deux sources et dont l'égalité d'intensité se reconnaît à l'extinction des franges d'interférence dans un polariscope dont on règle à volonté la position. L'emploi de cet appareil a naturellement nécessité une foule de recherches préalables pour la détermination des constantes, telles que l'épaisseur de la plaque de quartz, le pouvoir réfringent de la pile de glaces, etc.... On en trouvera l'exposé détaillé dans le mémoire lui-même, qui renferme aussi la théorie complète de l'Uranophotomètre.

A l'aide de cet instrument perfectionné, M. Wild a déjà fait

un grand nombre d'observations qu'il résume de la manière suivante :

« 1° Observée dans un plan vertical passant par le soleil et à mesure que l'on s'éloigne de celui-ci vers le Nord, la couleur de la lumière solaire blanche qui subit le plus grand affaiblissement par sa réflexion dans l'atmosphère, c'est-à-dire celle qui produit la couleur du ciel, varie graduellement depuis l'extrémité rouge du spectre vers le violet. A environ 80° du soleil elle atteint le milieu entre les lignes C et D de Frauenhofer et correspond alors à une longueur d'onde égale à $8^{mm}.000628$. A partir de cette direction et à mesure que l'on se rapproche de l'horizon, la couleur en question se rapproche peu à peu de l'extrémité rouge du spectre.

« A St-Pétersbourg, à l'époque des équinoxes, alors que le soleil se trouve à une distance zénithale d'environ 60°, la teinte de la lumière diffuse du ciel (observée dans un plan vertical mené par le soleil) se rapproche du bleu pur à la distance de 80° du soleil, et de part et d'autre, de cette direction elle tourne graduellement au verdâtre.

« 2° Le degré de saturation de cette couleur paraît atteindre son maximum à la distance de 90° du soleil. C'est aussi suivant cette même direction qu'a lieu le maximum de polarisation, c'est-à-dire le maximum du rapport entre la quantité de lumière complétement polarisée et la lumière totale.

« 3° Par contre, l'intensité totale de la lumière diffuse réfléchie par le ciel paraît atteindre un minimum aux environs de 80° de distance angulaire au soleil. A partir de cette direction, elle augmente moins vite vers l'horizon que du côté du soleil. Ainsi à 140° du soleil cette intensité est environ cinq fois plus grande qu'à 80°, tandis qu'à 20° de distance angulaire de cet astre elle est sept fois plus forte qu'à 80°. Au sud du soleil et aux mêmes distances angulaires, l'intensité de la lumière est plus grande que du côté du Nord. Ainsi à la distance de 20° au sud du soleil cette intensité est à peu près le double de ce qu'elle est à 20° au nord de l'astre. »

L'auteur entrevoit déjà des conséquences à tirer de ces résultats, mais il aime mieux attendre, pour les formuler, d'avoir poursuivi ses recherches plus avant et surtout d'avoir fait des observations dans les différentes saisons et à diverses altitudes au-dessus du niveau de la mer. C. de C.

---

R. Koenig. — Sur les phénomènes produits par le concours de deux sons. (*Pogg. Ann.*, février 1876.)

Quand deux sons, presque à l'unisson, retentissent simultanément, ils se renforcent et s'affaiblissent périodiquement par interférence et produisent des *battements*. Si ces battements se succèdent à des intervalles assez rapprochés, ils constituent un *son résultant* dont la tonalité correspond au nombre de coups de force.

M. Helmholtz a combattu la théorie de ces sons, telle que Thomas Young l'avait donnée en 1807. Il s'est attaché à démontrer que les sons résultants proviennent de l'exagération dans les amplitudes de vibrations. Alors, les forces élastiques cessent d'être simplement proportionnelles aux élongations des molécules. Il faut introduire dans les équations les carrés de ces élongations, et il en résulte qu'avec les deux sons primitifs il y a un ensemble de sons secondaires, qui correspondent à la somme ou à la différence des divers multiples des sons primaires. De là les *sons d'addition*, outre les *sons différentiels* généralement plus intenses et déjà connus.

Or, l'observation ne donnant point ce cortége de sons résultants théoriques, M. König s'est donné pour tâche de reprendre expérimentalement l'étude de ce problème. Il s'est attaché à l'emploi de sources sonores ne donnant que des sons simples. Pour les sons graves il a eu recours à des diapasons de dimensions exceptionnelles, montés sur des

supports de fer isolés et pourvus de résonnateurs convenables. Pour les sons plus aigus, il s'est servi de diapasons sans caisse de résonnance. Voici la liste de ces appareils :

1° Cinq diapasons sonnant $sol_2$, $ut_3$, $mi_3$, $sol_3$, $ut_4$. Chacun des quatre derniers peut, à l'aide de curseurs, être baissé jusqu'à la note du diapason qui le précède immédiatement, et même au delà avec des poids additionnels. Les branches du diapason le plus grave ont 35 millimètres d'épaisseur, 55 de largeur, 75 centimètres de longueur. Les quatre autres ont 39 millimètres d'épaisseur, 55 de largeur et des longueurs qui varient de 70 à 49 centimètres. Sans les poids mobiles et les supports, ces instruments pèsent 130 kilogrammes [1].

2° Huit diapasons échelonnés sonnant $ut_4$, $mi_4$, $sol_4$, $ut_5$, $ut_5$, $mi_5$, $sol_5$, $ut_6$, munis de curseurs qui permettent d'obtenir tous les tons intermédiaires. Leurs branches ont 26$^{mm}$ d'épaisseur et de largeur sur une longueur de 59 à 19 centimètres.

3° Neuf diapasons sonnant les notes de la gamme d'$ut_6$ et l'harmonique 7 d'$ut_4$. Leur longueur varie de 20 à 13 centimètres.

4° Douze diapasons sonnant la gamme d'$ut_7$ à $ut_8$, les harmoniques 11, 13 et 14 d'$ut_4$, et la note de 2389,3 vibrations simples qui forme avec $ut_5$ de 512 vibrations simples l'intervalle 3 : 7.

5° Onze diapasons sonnant la gamme d'$ut_8$ à $ut_9$ et les harmoniques 11, 13, 14 d'$ut_5$.

6° Deux séries, l'une de onze et l'autre de neuf diapasons, la première donnant les notes comprises entre $si_7$ et $ut_8$, la seconde les notes comprises entre 7936 et 8192 vibrations simples ($u_9$).

7° Trois paires de résonnateurs destinés à renforcer les sons depuis $ut_3$ à $ut_6$. Ce sont des tubes de laiton fermés par

[1] On a désigné par *ut*, le son de 32 vibrations simples.

des pistons à vis qui permettent de les accorder avec la plus grande précision pour la note à observer ; ils sont supportés par des pieds métalliques. Les deux plus graves sont des cylindres de 30 centimètres de diamètre et de $1^m,15$ de longueur.

Une suite d'expériences poursuivies pendant plus de deux ans, ont conduit M. König aux résultats suivants :

1° Le nombre des battements de deux sons $n$, $n'$ est toujours égal au reste positif et au reste négatif de la division $\frac{n'}{n}$, c'est-à-dire aux nombres $m$, $m'$ qu'on obtient en posant $n' = hn + m = (h + 1)\ n - m'_1$ ; $n$ et $n'$ représentent le nombre de vibrations doubles, $h$ le quotient de la division qui donne le reste $m$. C'est donc comme si les battements résultaient des deux harmoniques $h$ et $h + 1$ du son le plus grave $n$ entre lesquels se trouve le plus aigu $n'$. *La cause des battements est simplement la coïncidence périodique des maxima de même ordre des deux systèmes d'ondes.*

2° On peut encore entendre les battements des intervalles des harmoniques purs jusqu'aux rapports 1 : 8 et même 1 : 10. On peut les considérer, ainsi que les battements de l'unisson, comme directement produits par la composition des vibrations des sons primaires, sans l'intervention de sons intermédiaires résultants dont on ne parvient pas à constater l'existence.

3° Non-seulement les battements $m$, mais aussi les battements $m'$ de l'intervalle $n : hn + m$ (où $h = 2, 3, 4$), se confondent quand les tons primaires sont suffisamment intenses et le nombre des battements suffisamment élevé.

4° Quand les deux sons de battements $m$ et $m'$ se rapprochent de l'unisson, de l'octave ou de la douzième, on entend les mêmes battements que ceux qui proviennent de deux sons primaires pareils. M. König les nomme *secondaires* pour les distinguer des battements qui résultent des sons primaires.

5° Lorsque les sons de battement qui les produisent ont

une intensité suffisante et sont en nombre suffisant, ces battements secondaires déterminent un ton de combinaison secondaire, comme les battements primaires engendrent un ton de combinaison primaire.

6° Les tons par différence et les tons d'addition que produit la consonnance de deux tons intenses (parce que les vibrations de ceux-ci ne sont pas infiniment petites) constituent un phénomène indépendant des battements et des sons de combinaison. Ils sont extraordinairement plus faibles que les sons résultants.

7° On ne peut, comme l'avait cru M. Helmholtz, rapporter les sons résultants aux sons par différence et par sommation, car, dans un grand nombre de cas, le nombre de leurs vibrations est différent de ce qu'il devrait être si telle en était la cause.

8° La possibilité d'entendre les battements ne dépend que de leur nombre et de l'intensité des sons primaires : elle est indépendante de la grandeur de l'intervalle qui existe entre ces sons.

9° Il y a égalité entre le nombre des battements et celui des pulsations primaires par lesquels les uns et les autres peuvent être perçus comme pulsations séparées.

10° A côté des battements perçus comme pulsations distinctes, ainsi qu'à côté des pulsations primaires semblablement perçues comme telles, on entend le ton qui correspond à leur nombre.

11° Le nombre qui réduit à un son continu les battements et les pulsations primaires est le même dans les deux cas.

12° Les intermittences d'un son peuvent engendrer un son, comme les battements et les pulsations primaires.

13° Quand les vibrations sonores croissent et diminuent périodiquement en intensité, les maxima périodiques donnent aussi lieu à un son s'ils sont en nombre suffisant.

14° Le son de battement produit par deux sons primaires

doit toujours être plus faible que ceux-ci, quand même les battements isolés sont plus forts que les sons qui les produisent.

E. W.

---

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

PROF. O. C. MARSH. — NOTICE OF NEW ODONTORNITHES. (*Am. Journ. of science and art* (3), XI, p. 509.)

L'une des espèces décrites dans cette note est le *Lestornis crassipes*, oiseau ayant au moins six pieds de long. Les autres, de plus petite taille, sont les *Hesperornis gracilis* et *Ichthyornis victor*, tous du crétacé supérieur du Kansas.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la sous-classe des *Odontornithes* ou oiseaux pourvus de dents du crétacé américain, se divise en deux ordres : 1° Les *Odontolcæ* dont les dents sont implantées dans un sillon du maxillaire, et 2° les *Odontotormæ* dont les dents ont des alvéoles distinctes. Les premiers étaient des oiseaux nageurs gigantesques, avec des ailes rudimentaires et des vertèbres comme les oiseaux modernes ; type : le genre *Hesperornis*. Les derniers étaient des oiseaux aux fortes ailes et vertèbres biconcaves ; type : le genre *Ichthyornis*.

M. D.

---

LE MÊME. — ON SOME CHARACTERS.... SUR QUELQUES CARACTÈRES DU GENRE CORYPHODON, OWEN. (Même recueil, même volume, p. 424, mai 1876.)

Owen en 1846 et Hébert en 1856 ont décrit des ossements de mammifères trouvés dans l'Éocène inférieur d'Angleterre

et de France, dont le premier a fait le genre *Coryphodon.* Tout récemment, M. Cope a décrit d'autres fossiles qu'il a appelés *Bathmodon.* M. Marsh vient de montrer que ces derniers ne sont pas différents des Coryphodon. Il a eu à sa disposition des échantillons de l'Eocène inférieur de l'Utah, du Wyoming et du Nouveau-Mexique, qui complètent heureusement nos connaissances sur ce type. Une particularité intéressante sur laquelle nous désirons attirer l'attention est le cerveau qui était petit et d'un type tout à fait inférieur. Les hémisphères étaient très-petits et le cervelet au contraire très-gros et élargi. Les lobes olfactifs étaient gros et complétement en avant des hémisphères. Il y avait entre eux une paroi osseuse et ils s'arrêtaient en avant contre une plaque cribriforme bien ossifiée.

Ces lobes cérébraux étaient ovales et leur section transversale très-peu plus grande que l'ouverture médullaire. Le volume du cervelet était presque égal à celui du cerveau; il y avait une fosse pituitaire mais pas d'apophyse clinoïde. Les trous pour le passage des nerfs optiques sont très-petits. Les membres sont comparativement courts; le fémur a un troisième trochanter. L'animal était évidemment un périssodactyle à cinq doigts courts, de la taille du lapin.

M. D.

---

PROF. O.-C. MARSH. — NOTICE OF A SUBORDER..... (NOTICE SUR UNE NOUVELLE FAMILLE DE PTÉROSAURIENS. (*Am. Jour. of science and art* (3e série) XI, p. 507, juin 1876.)

Les Ptérodactyles ont été découverts en Amérique pour la première fois en 1870, dans le crétacé supérieur du Kansas, par l'auteur de cette note; l'année suivante une seconde et une

troisième espèce vinrent s'ajouter à la première. Un examen plus attentif de ces fossiles, fait depuis lors, montre que tout en appartenant bien à l'ordre des reptiles volants (ptérosauriens) ils présentent différents caractères qui les éloignent beaucoup de toutes les espèces connues d'Europe. Le plus frappant de ces caractères est la complète absence de dents d'où le nom de *Ptéranodontiens* que leur donne M. Marsh. Un crâne presque complet de *Pteranodon longiceps,* Marsh, a une longueur de trente pouces environ depuis la crête occipitale jusqu'au bout du prémaxillaire, avec une mâchoire inférieure de 23 pouces. Les os de la face sont très-allongés. Les maxillaires sont soudés aux prémaxillaires avec lesquels ils forment un long bec mince sans traces de dents ni d'alvéoles ; il y a même quelque probabilité que le prémaxillaire était renfermé dans un étui corné comme un bec. La mandibule inférieure était également dépourvue de dents. Sous plusieurs rapports les mâchoires de ces animaux se rapprochent plus de celles des oiseaux que celles d'aucun autre reptile connu. Le nombre d'espèces entre les mains de M. Marsh est probablement de six; l'une d'elles avait cinq vertèbres au sacrum ; toutes proviennent du même horizon que les oiseaux à dents.

M. D.

---

PROF. E. COPE.—ON A GIGANTIC BIRD.... SUR UN OISEAU GIGANTESQUE DE L'ÉOCÈNE DU NOUVEAU-MEXIQUE. (*Proceedings of the Academy of Nat. Scienc.*, avril 1876.)

Cet oiseau, que M. Cope nomme *Diatryma gigantea*, n'est connu que par un tarso-métatarsien découvert par lui pendant l'exploration du Nouveau-Mexique sous les ordres du lieutenant G. M. Wheeler. Les caractères de l'extrémité proximale

de cet os[1] ressemblent en plusieurs points à ceux de l'ordre des *Cursores* (*Struthionidés* et *Dinornis*) tandis que ceux de l'extrémité distale sont, par leurs *trochleæ* moyenne et interne semblables à ce que l'on observe chez le *Gastornis* du bassin parisien. La grosseur de cet os indique un oiseau dont les pieds étaient deux fois aussi gros que ceux de l'autruche. La découverte de ce fragment de squelette montre que l'Amérique du Nord n'a pas été dépourvue de ces bipèdes gigantesques trouvés jusqu'ici surtout dans l'hémisphere sud.

M. D.

[1] Les naturalistes anglais appellent extrémité proximale des os des membres celle qui est la plus rapprochée du corps et l'extrémité distale la plus éloignée. De même, ainsi, l'extrémité distale du membre supérieur sera la main, etc.

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

## M. le prof. E. PLANTAMOUR

## PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1876.

---

Le 1er, rosée le matin; hâle assez intense tout le jour, au point que l'on peut à peine distinguer le Jura; le soir à 10 h. halo lunaire, un arc du cercle tangent supérieur étant également visible.

2, rosée le matin.

3, couronne lunaire dans la soirée.

4, rosée le matin.

5, forte rosée le matin.

6, rosée le matin.

7, à 11 h., halo solaire complet; hâle au milieu du jour; toute la soirée éclairs à l'Ouest.

8, rosée le matin; fort vent du SO. presque tout le jour.

10, de 11 h. du soir à 1 h. du matin, couronne lunaire.

11, éclairs à l'est le soir; la bise se lève dans la soirée, et souffle sans interruption et avec violence jusqu'au soir du 14, elle atteint sa plus grande intensité dans l'après-midi du 13.

15, hâle l'après-midi.

17, toute la soirée éclairs à l'Est.

18, rosée le matin; à 3 h. après midi orage du côté du Jura, on entend le tonnerre dans le lointain; le soir de 8 à 10 h., éclairs au S. et au SO.

20, forte bise presque tout le jour; hâle.

21, 22, 23, hâle tout le jour; à partir de 9 h. du soir, le 23, et toute la nuit, éclairs dans la région SO.-N. A 3 $^1/_2$ du matin, orage accompagné de fortes décharges électriques.

24, depuis 2 heures après midi, succession d'orages; le premier traverse la vallée dans la direction du SO. au NE., en passant un peu à l'est de l'Observatoire. D'autres orages, dont on entend le tonnerre dans le lointain, suivent le Jura; à 5 h. un autre éclate sur le Salève. De 8 $^1/_4$ à 9 h. du soir, un orage accompagné d'une violente averse et de fortes décharges traverse la vallée dans la direction de l'Ouest à l'Est.

25, de 5 $^1/_4$ à 6 h. du matin, orage accompagné de fortes décharges traversant la vallée dans la direction du SO. à l'Est.

27, hâle tout le jour; de 9 à 10 du soir, éclairs au Nord.

28, fort vent du Sud depuis 11 à 6 h.; à 10 h. du matin, la bise du lac souffle encore, et le thermomètre a monté de 23,25° à 30,45° de 10 h. à midi.

30, 31, rosée le matin; le 31, entre 8 et 10 h., il est tombé à plusieurs reprises quelques gouttes de pluie, en trop petite quantité pour qu'on pût la mesurer.

## *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM. | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 4 à 8 h. matin | 729,77 | Le 5 à 4 h. après midi | 727,07 |
| 7 à 10 h. matin | 729,60 | 8 à 8 h. matin | 726,81 |
| 15 à 8 h. matin | 733,76 | 19 à 4 h. après midi | 726,79 |
| 20 à 10 h. soir | 729,66 | 24 à 4 h. après midi | 724,62 |
| 25 à 10 h. soir | 730,09 | 28 à 6 h. soir | 723,06 |
| 30 à 8 h. matin | 731,61 | 31 à 4 h. après midi | 725,70 |

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation en millièmes. Minim. | Fract. de saturation en millièmes. Maxim. | Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige. Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône. Midi. | Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | ° | ° | ° | ° | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | ° | ° | cm |
| 1 | 728,52 | + 1,16 | +17,21 | − 1,01 | +12,1 | +21,6 | 9,31 | −1,16 | 655 | − 34 | 450 | 860 | ... | ... | N. 1 | 0,49 | 12,4 | − 4,5 | 222,0 |
| 2 | 728,91 | + 1,52 | +17,43 | − 0,85 | +11,9 | +21,7 | 10,99 | +0,49 | 746 | + 58 | 510 | 880 | ... | ... | NNE. 1 | 0,63 | .. | ..... | 222,0 |
| 3 | 728,28 | + 0,87 | +18,62 | + 0,28 | +16,4 | +22,3 | 11,58 | +1,05 | 747 | + 60 | 560 | 830 | ... | ... | NNE. 2 | 0,68 | 18,4 | + 1,3 | 223,5 |
| 4 | 729,03 | + 1,59 | +20,32 | + 1,92 | +14,6 | +26,0 | 11,44 | +0,88 | 661 | − 25 | 400 | 820 | ... | ... | N. 1 | 0,28 | 18,6 | + 1,4 | 224,9 |
| 5 | 727,90 | + 0,44 | +20,61 | + 2,16 | +14,0 | +26,6 | 12,69 | +2,10 | 706 | + 21 | 500 | 840 | ... | ... | NNE. 1 | 0,21 | 18,2 | + 1,0 | 225,5 |
| 6 | 728,38 | + 0,89 | +21,55 | + 3,05 | +14,6 | +27,2 | 11,86 | +1,25 | 639 | − 46 | 400 | 830 | ... | − | NNE. 1 | 0,06 | 19,2 | + 1,9 | 225,6 |
| 7 | 729,00 | + 1,49 | +23,25 | + 4,71 | +17,0 | +30,4 | 14,02 | +3,38 | 680 | − 4 | 440 | 870 | ... | ... | variable | 0,58 | 19,8 | + 2,4 | 228,6 |
| 8 | 727,78 | + 0,24 | +20,82 | + 2,23 | +18,7 | +25,2 | 12,56 | +1,89 | 703 | + 20 | 530 | 800 | 1,3 | 1 | SO. 2 | 0,88 | 19,8 | + 2,3 | 230,6 |
| 9 | 729,43 | + 1,87 | +18,94 | + 0,31 | +16,2 | +23,6 | 9,86 | −0,83 | 630 | − 52 | 430 | 760 | ... | ... | N. 2 | 0,33 | .. | ..... | 232,0 |
| 10 | 729,37 | + 1,79 | +19,44 | + 0,77 | +11,2 | +25,9 | 10,34 | −0,37 | 623 | − 59 | 420 | 830 | ... | ... | SO. 1 | 0,09 | 18,8 | + 1,2 | 233,9 |
| 11 | 730,81 | + 3,21 | +18,58 | − 0,12 | +14,2 | +25,4 | 9,17 | −1,56 | 603 | − 78 | 400 | 850 | ... | ... | N. 2 | 0,70 | 19,5 | + 1,8 | 237,5 |
| 12 | 731,27 | + 3,64 | +16,70 | − 2,03 | +14,5 | +20,1 | 7,84 | −2,91 | 581 | − 99 | 430 | 610 | ... | ... | NNE. 3 | 0,14 | 18,7 | + 0,9 | 240,8 |
| 13 | 731,45 | + 3,80 | +16,74 | − 2,02 | +13,1 | +20,2 | 7,80 | −2,97 | 569 | −111 | 400 | 710 | ... | ... | NNE. 3 | 0,24 | 18,3 | + 0,5 | 242,0 |
| 14 | 731,76 | + 4,09 | +18,27 | − 0,52 | +13,1 | +23,0 | 9,94 | −0,85 | 636 | − 43 | 520 | 670 | ... | ... | NNE. 2 | 0,11 | 18,3 | + 0,4 | 240,5 |
| 15 | 732,85 | + 5,16 | +20,05 | + 1,24 | +13,8 | +25,0 | 11,73 | +0,93 | 676 | − 3 | 520 | 810 | ... | ... | N. 1 | 0,02 | 18,6 | + 0,6 | 237,3 |
| 16 | 731,00 | + 3,29 | +21,01 | + 2,18 | +14,9 | +26,2 | 12,32 | +1,50 | 674 | − 4 | 450 | 770 | ... | ... | N. 1 | 0,02 | .. | ..... | 237,0 |
| 17 | 729,73 | + 2,00 | +21,16 | + 2,31 | +16,0 | +26,7 | 12,04 | +1,21 | 659 | − 19 | 460 | 770 | ... | ... | NNO. 1 | 0,08 | 19,7 | + 1,6 | 238,3 |
| 18 | 728,98 | + 1,24 | +21,24 | + 2,37 | +14,2 | +27,7 | 11,38 | +0,53 | 621 | − 57 | 390 | 790 | ... | ... | variable | 0,12 | 19,8 | + 1,7 | 237,9 |
| 19 | 727,61 | − 0,15 | +21,38 | + 2,50 | +15,2 | +26,7 | 9,60 | −1,26 | 535 | −143 | 290 | 810 | ... | ... | variable | 0,79 | 19,3 | + 1,1 | 239,9 |
| 20 | 728,28 | + 0,50 | +18,89 | 0,00 | +13,4 | +24,0 | 10,17 | −0,70 | 638 | − 39 | 420 | 800 | ... | ... | NNE. 2 | 0,04 | 19,7 | + 1,4 | 239,5 |
| 21 | 728,67 | + 0,88 | +18,66 | − 0,23 | +12,3 | +24,9 | 10,75 | −0,13 | 674 | − 3 | 470 | 780 | ... | ... | NNE. 1 | 0,00 | 19,6 | + 1,3 | 238,2 |
| 22 | 727,29 | − 0,52 | +19,57 | + 0,67 | +16,3 | +25,9 | 11,50 | +0,61 | 680 | + 3 | 450 | 830 | ... | ... | N. 1 | 0,00 | 19,6 | + 1,2 | 237,0 |
| 23 | 726,55 | − 1,27 | +24,03 | + 5,13 | +14,7 | +31,2 | 12,02 | +1,12 | 561 | −116 | 350 | 830 | ... | ... | SO. 2 | 0,14 | .. | ..... | 236,0 |
| 24 | 726,00 | − 1,84 | +21,15 | + 2,26 | +16,2 | +29,0 | 13,40 | +2,50 | 746 | + 68 | 440 | 960 | 11,0 | 3 | NO. 1 | 0,74 | 19,6 | + 1,1 | 235,0 |
| 25 | 728,33 | + 0,48 | +14,26 | − 4,63 | +12,4 | +20,1 | 9,03 | −1,88 | 764 | + 86 | 540 | 890 | 6,8 | 2 | NE. 1 | 0,96 | 18,3 | − 0,2 | 240,3 |
| 26 | 729,19 | + 1,33 | +18,88 | 0,00 | +13,5 | +25,0 | 12,09 | +1,18 | 750 | + 72 | 550 | 880 | ... | ... | N. 2 | 0,18 | 19,6 | + 1,1 | 241,7 |
| 27 | 728,64 | + 0,77 | +23,05 | + 4,18 | +13,4 | +30,7 | 11,66 | +0,74 | 569 | −109 | 320 | 870 | ... | ... | SO. 1 | 0,11 | 19,7 | + 1,1 | 240,3 |
| 28 | 724,58 | − 3,31 | +24,63 | + 5,78 | +14,9 | +33,0 | 11,24 | +0,32 | 519 | −160 | 320 | 790 | ... | ... | SSO. 3 | 0,17 | 19,8 | + 1,2 | 238,7 |
| 29 | 728,82 | + 0,92 | +21,17 | + 2,33 | +18,0 | +26,9 | 9,94 | −0,98 | 559 | −120 | 390 | 620 | ... | ... | variable | 0,22 | 17,4 | − 1,2 | 239,5 |
| 30 | 730,81 | + 2,90 | +19,64 | + 0,82 | +12,1 | +26,3 | 11,58 | +0,66 | 684 | + 4 | 430 | 860 | ... | ... | N. 1 | 0,00 | .. | ..... | 238,0 |
| 31 | 727,02 | − 0,90 | +23,38 | + 4,59 | +14,0 | +32,3 | 11,69 | +0,77 | 570 | −111 | 330 | 840 | ... | ... | SO. 3 | 0,40 | 20,7 | + 2,0 | 238,7 |

# MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1876.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 728,89 | 728,95 | 729,00 | 728,85 | 728,55 | 728,11 | 728,14 | 728,46 | 728,90 |
| 2e » | 730,81 | 730,94 | 730,80 | 730,53 | 730,04 | 729,74 | 729,65 | 729,95 | 730,47 |
| 3e » | 728,38 | 728,52 | 728,28 | 727,87 | 727,40 | 727,02 | 727,08 | 727,45 | 727,93 |
| Mois | 729,33 | 729,44 | 729,32 | 729,04 | 728,62 | 728,25 | 728,25 | 728,58 | 729,06 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | o | o | o | o | o | o | o | o | o |
| 1re décade | +16,50 | +19,54 | +21,17 | +22,82 | +23,78 | +23,75 | +22,44 | +20,67 | +18 98 |
| 2e » | +15,94 | +18,52 | +20,48 | +22,37 | +23,30 | +23,12 | +22,67 | +20,60 | +18,91 |
| 3e » | +15,61 | +19,23 | +21,71 | +24,86 | +26,15 | +26,17 | +24,51 | +21,76 | +19,64 |
| Mois | +16,00 | +19,10 | +21,14 | +23,40 | +24,46 | +24,41 | +23,25 | +21,04 | +19,19 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 11,66 | 11,93 | 11,64 | 10,93 | 10,83 | 11,20 | 11,65 | 12,04 | 11,74 |
| 2e » | 10,28 | 10,60 | 10,33 | 10,42 | 9,70 | 9,94 | 10,14 | 10,58 | 10,25 |
| 3e » | 10,81 | 11,20 | 11,52 | 11,04 | 11,14 | 11,50 | 12,04 | 11,93 | 11,45 |
| Mois | 10,91 | 11,24 | 11,17 | 10,80 | 10,58 | 10,90 | 11,30 | 11,53 | 11,16 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 832 | 704 | 622 | 526 | 499 | 512 | 578 | 665 | 719 |
| 2e » | 757 | 659 | 574 | 517 | 451 | 462 | 495 | 580 | 624 |
| 3e » | 818 | 675 | 595 | 480 | 453 | 467 | 538 | 620 | 689 |
| Mois | 803 | 679 | 597 | 507 | 467 | 480 | 537 | 622 | 678 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | o | o | | o | mm | cm |
| 1re décade | +14,67 | +25,05 | 0,42 | +18,15 | 1,3 | 226,9 |
| 2e » | +14,24 | +24,50 | 0,23 | +19,10 | — | 239,1 |
| 3e » | +14,10 | +27,69 | 0,26 | +19,37 | 17,8 | 238,5 |
| Mois | +14,33 | +25,81 | 0,30 | +18,90 | 19,1 | 234,9 |

Dans ce mois, l'air a été calme 0,36 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,15 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 4°,76 E., et son intensité est égale à 49,13 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

## LE MOIS DE JUILLET 1876.

---

Le 1er, brouillard depuis 4 h. après midi.
2, brouillard tout le jour.
3, brouillard depuis 4 h. après midi.
4, brouillard le matin, et le soir depuis 8 h.
5, brouillard de 6-8 h. du soir.
8, brouillard le soir.
9, brouillard le matin et le soir.
11, brouillard le soir.
12, brouillard le matin et le soir.
13, brouillard le matin.
15, brouillard le soir.
16, id.
17, id.
19, forte bise tout le jour.
20, id. brouillard le soir.
24, pluie le soir, fort vent du du SO. l'après-midi.
25; pluie, neige et brouillard tout le jour, forte bise.
31, brouillard le soir.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 7 à 8 h. soir | 572,38 | Le 9 à 8 h. matin | 568,60 |
| 11 à 10 h. soir | 570,45 | 12 à 8 h. matin | 568,93 |
| 15 à 6 h. soir | 573,88 | 20 à 6 h. matin | 567,41 |
| 23 à 8 h. soir | 571,33 | 25 à midi | 565,01 |
| 27 à 4 h. après midi | 571,70 | 29 à 6 h. matin | 568,69 |
| 30 à 8-10 h. soir | 573,41 | | |

# SAINT-BERNARD. — JUILLET 1876.

| Jours du mois. | Baromètre. | | | | Température C. | | | | Pluie ou neige. | | | Vent | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hauteur moy. des 24 heures. | Écart avec la hauteur normale. | Minimum. | Maximum. | Moyenne des 24 heures. | Écart avec la température normale. | Minimum* | Maximum* | Hauteur de la neige. | Eau tombée dans les 24 h. | Nombre d'heures. | dominant. | |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | 0 | 0 | 0 | 0 | millim. | millim. | | | |
| 1 | 567,78 | — 0,09 | 566,94 | 568,98 | + 3,62 | — 1,78 | + 0,6 | + 7,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,59 |
| 2 | 568,52 | + 0,59 | 568,21 | 568,87 | + 3,50 | — 1,96 | + 1,8 | + 6,7 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,93 |
| 3 | 568,97 | + 0,99 | 568,21 | 569,80 | + 7,08 | + 1,56 | + 4,4 | +10,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,67 |
| 4 | 570,01 | + 1,98 | 569,46 | 570,63 | + 7,24 | + 1,66 | + 5,0 | +10,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,54 |
| 5 | 570,18 | + 2,10 | 569,99 | 570,45 | + 7,63 | + 1,99 | + 4,8 | +11,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,36 |
| 6 | 571,11 | + 2,98 | 570,50 | 571,97 | +10,52 | + 4,82 | + 6,0 | +15,6 | ..... | ..... | .... | variable | 0,13 |
| 7 | 572,19 | + 4,01 | 571,89 | 572,38 | +10,13 | + 4,38 | + 6,8 | +15,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,43 |
| 8 | 570,32 | + 2,09 | 569,45 | 571,46 | + 8,41 | + 2,61 | + 6,0 | +12,5 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,72 |
| 9 | 569,26 | + 0,99 | 568,60 | 569,85 | + 4,86 | — 0,99 | + 3,8 | + 7,5 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,71 |
| 10 | 569,94 | + 1,63 | 569,50 | 570,13 | + 6,48 | + 0,58 | + 3,2 | +10,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,07 |
| 11 | 569,96 | + 1,61 | 569,61 | 570,45 | + 5,05 | — 0,90 | + 3,8 | + 8,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,51 |
| 12 | 569,43 | + 1,04 | 568,93 | 570,05 | + 3,15 | — 2,84 | + 1,7 | + 6,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,47 |
| 13 | 570,01 | + 1,58 | 569,35 | 570,70 | + 3,77 | — 2,26 | + 0,4 | + 7,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,24 |
| 14 | 572,05 | + 3,58 | 571,09 | 572,99 | + 8,35 | + 2,28 | + 3,6 | +11,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,22 |
| 15 | 573,76 | + 5,25 | 573,54 | 573,88 | + 9,10 | + 2,99 | + 5,7 | +12,4 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,30 |
| 16 | 572,67 | + 4,12 | 572,50 | 573,00 | + 9,45 | + 3,31 | + 7,0 | +12,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,18 |
| 17 | 571,66 | + 3,08 | 571,40 | 571,90 | + 9,58 | + 3,41 | + 6,5 | +13,4 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,38 |
| 18 | 571,38 | + 2,77 | 571,08 | 571,78 | + 8,96 | + 2,76 | + 7,0 | +13,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,29 |
| 19 | 568,53 | — 0,11 | 567,70 | 569,53 | + 5,70 | — 0,53 | + 4,4 | + 8,2 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,66 |
| 20 | 568,90 | + 0,23 | 567,41 | 570,09 | + 6,01 | — 0,25 | + 2,8 | +10,4 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,27 |
| 21 | 569,74 | + 1,04 | 569,33 | 570,27 | + 8,71 | + 2,42 | + 6,0 | +12,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,01 |
| 22 | 570,09 | + 1,36 | 569,91 | 570,43 | +10,17 | + 3,86 | + 6,7 | +16,2 | ..... | ..... | .... | variable | 0,11 |
| 23 | 570,77 | + 2,02 | 570,05 | 571,33 | +12,50 | + 6,17 | + 7,0 | +16,8 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,10 |
| 24 | 569,07 | + 0,30 | 567,99 | 570,71 | +10,14 | + 3,79 | + 6,0 | +15,2 | ..... | 3,2 | .... | SO. 2 | 0,56 |
| 25 | 566,03 | — 2,76 | 565,04 | 568,01 | + 0,14 | — 6,23 | — 0,8 | + 3,2 | ...60 | 13,4 | .... | NE. 2 | 1,00 |
| 26 | 570,46 | + 1,65 | 569,78 | 571,37 | + 7,44 | + 1,06 | + 3,6 | +10,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,12 |
| 27 | 571,53 | + 2,70 | 571,21 | 571,70 | +10,35 | + 3,96 | + 6,8 | +13,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,06 |
| 28 | 569,95 | + 1,11 | 569,55 | 570,70 | +12,18 | + 5,78 | + 8,0 | +16,2 | ..... | ..... | .... | variable | 0,46 |
| 29 | 570,00 | + 1,15 | 568,69 | 571,36 | + 7,07 | + 0,66 | + 5,8 | + 9,7 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,14 |
| 30 | 573,02 | + 4,16 | 572,10 | 573,41 | +11,03 | + 4,62 | + 6,9 | +15,7 | ..... | ..... | .... | variable | 0,07 |
| 31 | 571,39 | + 2,52 | 570,88 | 572,58 | +11,97 | + 5,56 | + 7,6 | +17,0 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,44 |

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1876.

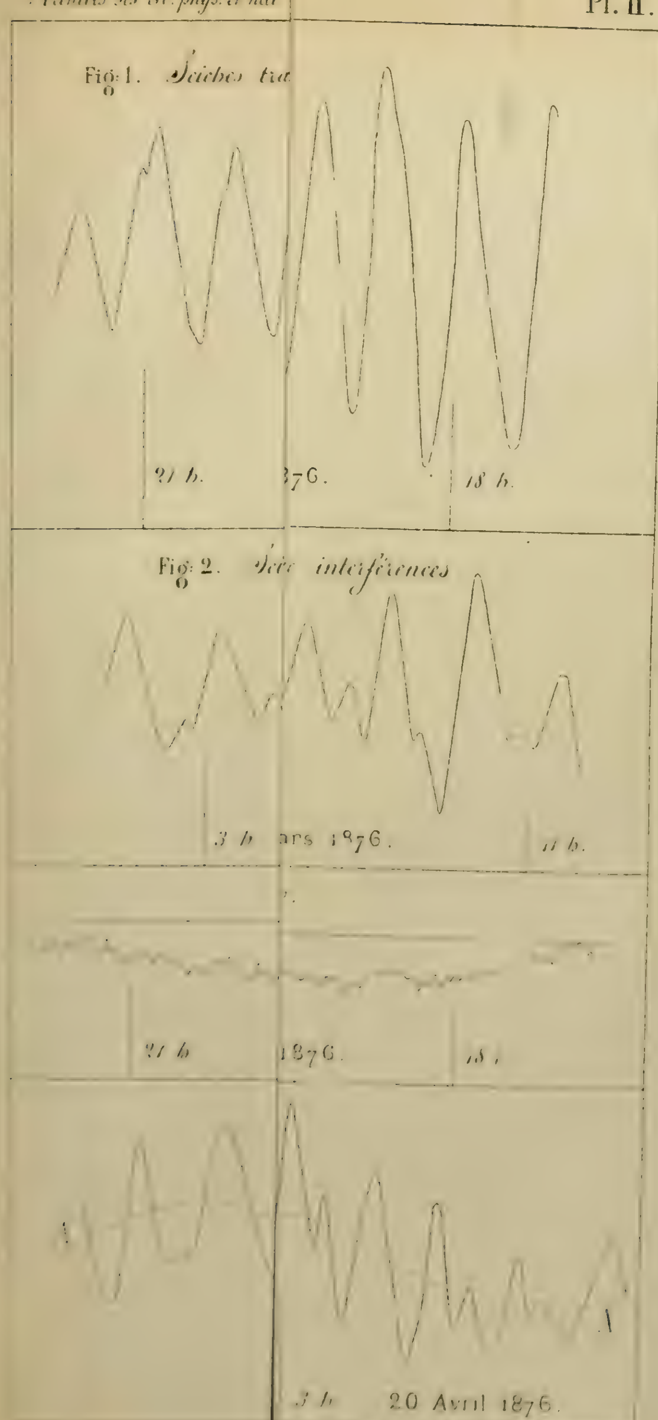
| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 569,57 | 569,59 | 569,74 | 569,77 | 569,79 | 569,80 | 569,91 | 570,07 | 570,22 |
| 2e » | 570,68 | 570,65 | 570,71 | 570,72 | 570,79 | 570,81 | 570,93 | 571,08 | 571,19 |
| 3e » | 570,11 | 570,01 | 570,01 | 570,03 | 570,06 | 570,14 | 570,31 | 570,48 | 570,55 |
| Mois | 570,12 | 570,08 | 570,15 | 570,17 | 570,21 | 570,25 | 570,38 | 570,54 | 570,65 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | o | o | o | o | o | o | o | o | o |
| 1re décade | + 4,42 | + 6,47 | + 8,90 | +10,23 | +10,39 | + 9,76 | + 8,01 | + 6,34 | + 5,74 |
| 2e » | + 4,74 | + 6,69 | + 9,22 | +10,01 | +10,04 | + 8,79 | + 7,94 | + 6,52 | + 6,00 |
| 3e » | + 6,34 | + 8,45 | +10,63 | +12,33 | +12,74 | +11,94 | +10,84 | + 9,28 | + 8,42 |
| Mois | + 5,20 | + 7,25 | + 9,62 | +10,90 | +11,11 | +10,22 | + 8,99 | + 7,44 | + 6,77 |

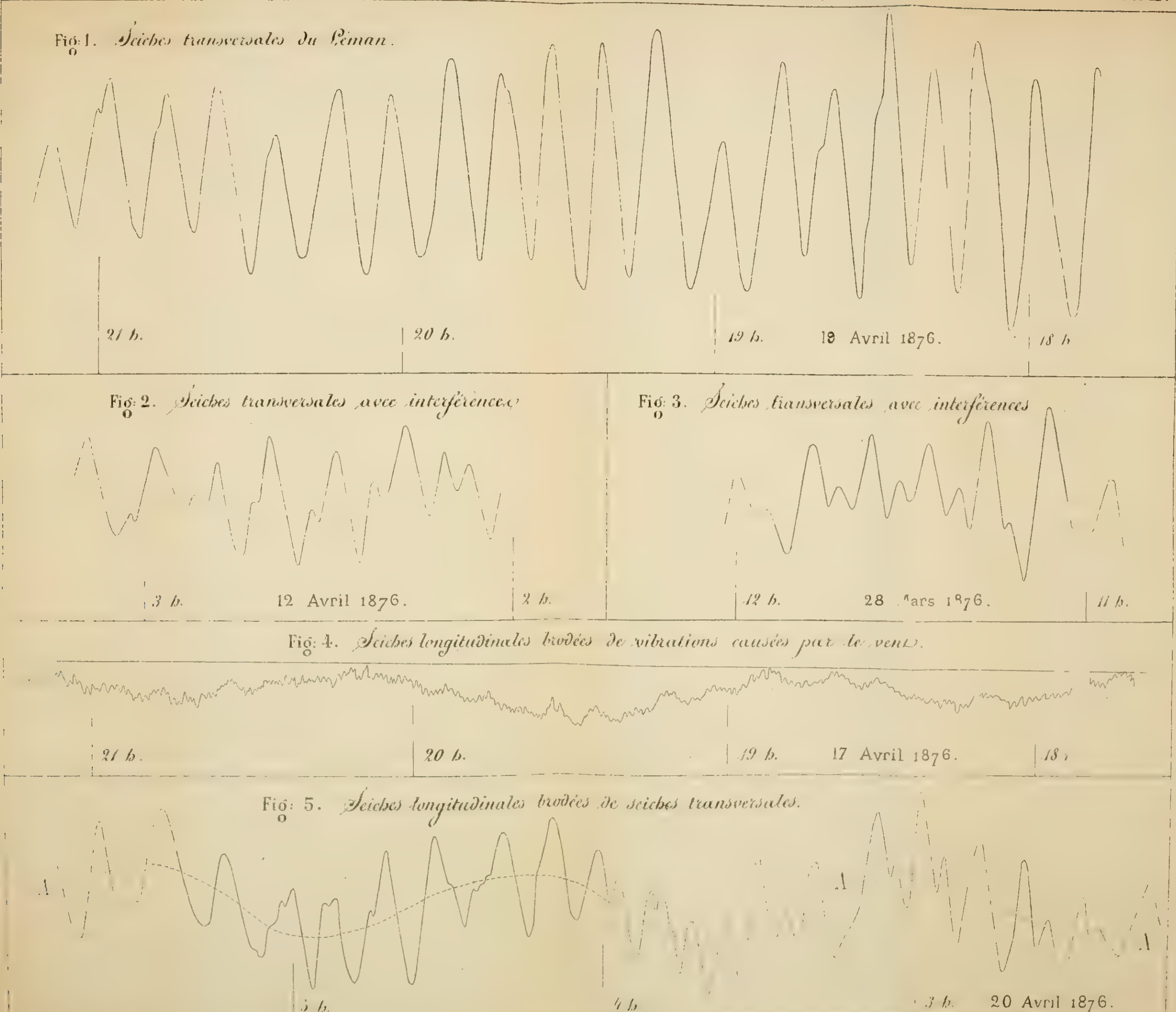
| | Min. observé.* | Max. observé | Clarté moyenne du ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | o | o | | mm | mm |
| 1re décade | + 4,24 | +10,77 | 0,52 | — | — |
| 2e » | + 4,29 | +10,34 | 0,35 | — | — |
| 3e » | + 5,78 | +13,24 | 0 28 | 16,6 | 60 |
| Mois | + 4,80 | +11,51 | 0,38 | 16,6 | 60 |

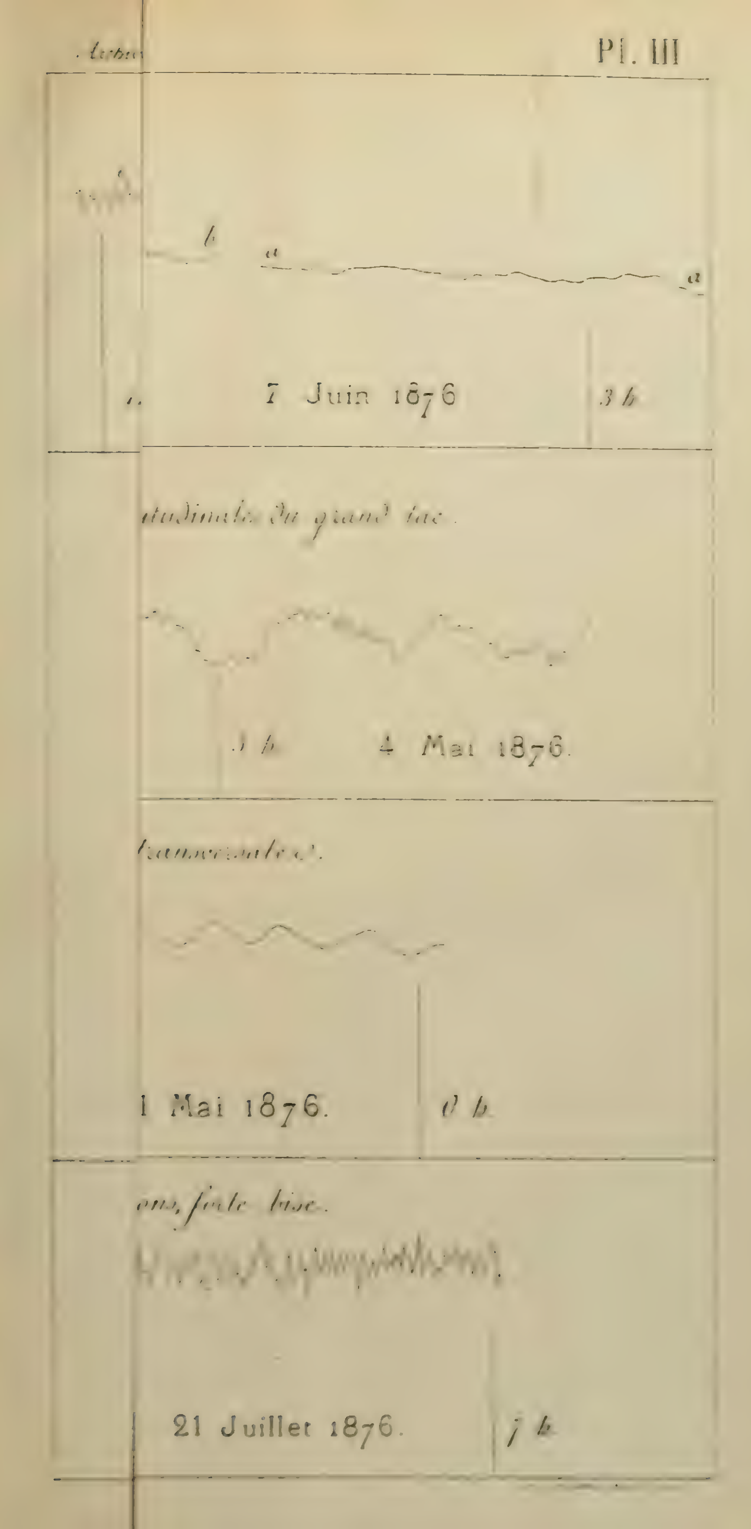
Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 5,79 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 82,45 sur 100.


Fig: 1. Seiches tra
21 h.
876.
18 h.
Fig: 2. Seic interférences
3 h
ars 1876.
11 h.
21 h
1876.
3 h
20 Avril 1876.


Fig. 1. Seiches transversales du Léman.
21 h.
20 h.
19 h.
18 Avril 1876.
18 h.
Fig. 2. Seiches transversales avec interférences
3 h.
12 Avril 1876.
2 h.
Fig. 3. Seiches transversales avec interférences
12 h.
28 Mars 1876.
11 h.
Fig. 4. Seiches longitudinales brodées de vibrations causées par le vent.
21 h.
20 h.
19 h.
17 Avril 1876.
Fig. 5. Seiches longitudinales brodées de seiches transversales.
5 h.
4 h.
3 h.
20 Avril 1876.



b
a
a
7 Juin 1876
3 h
itudinale du grand lac.
3 h
4 Mai 1876.
transversales.
1 Mai 1876.
0 h
ons, forte bise.
21 Juillet 1876.
j h

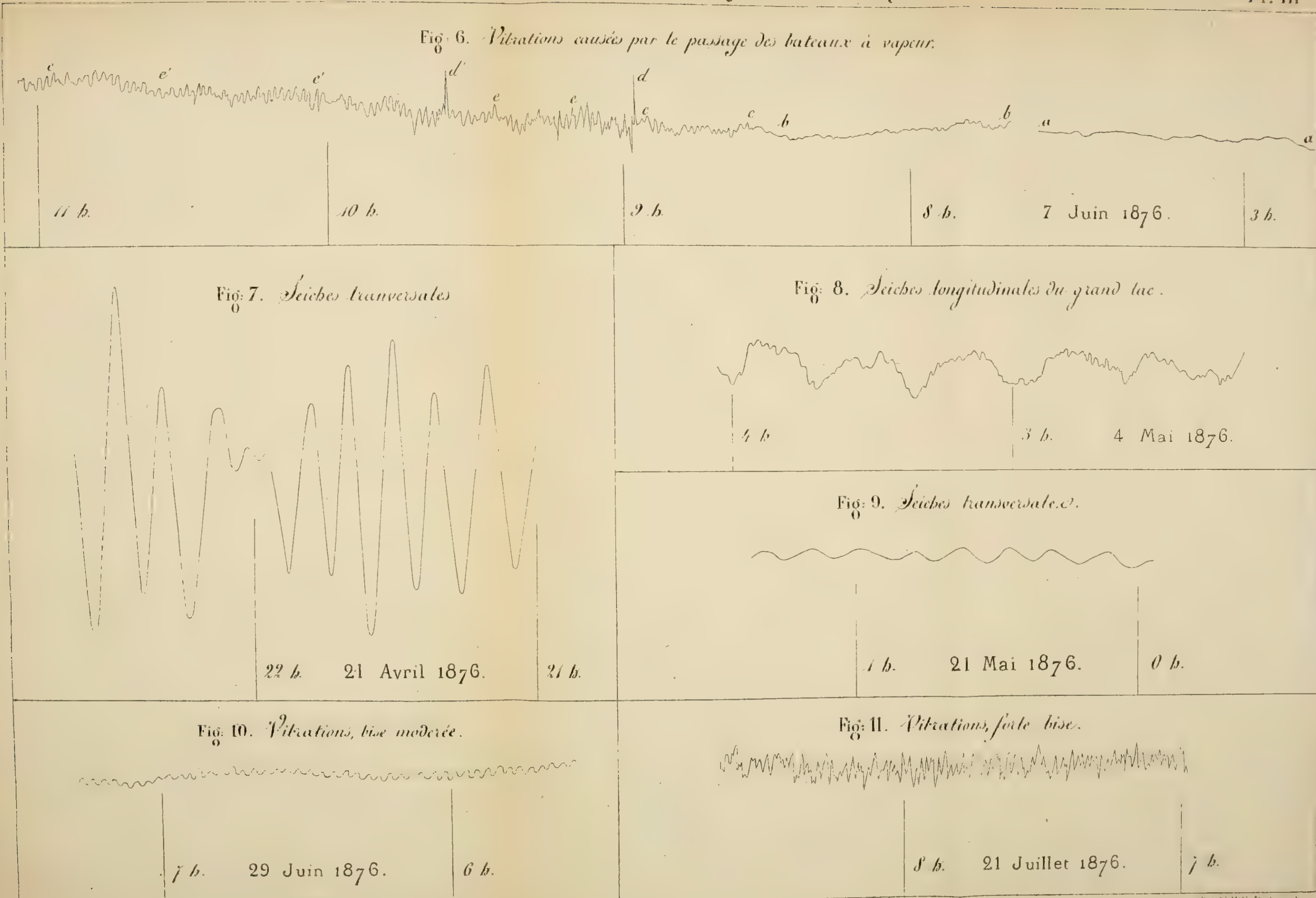
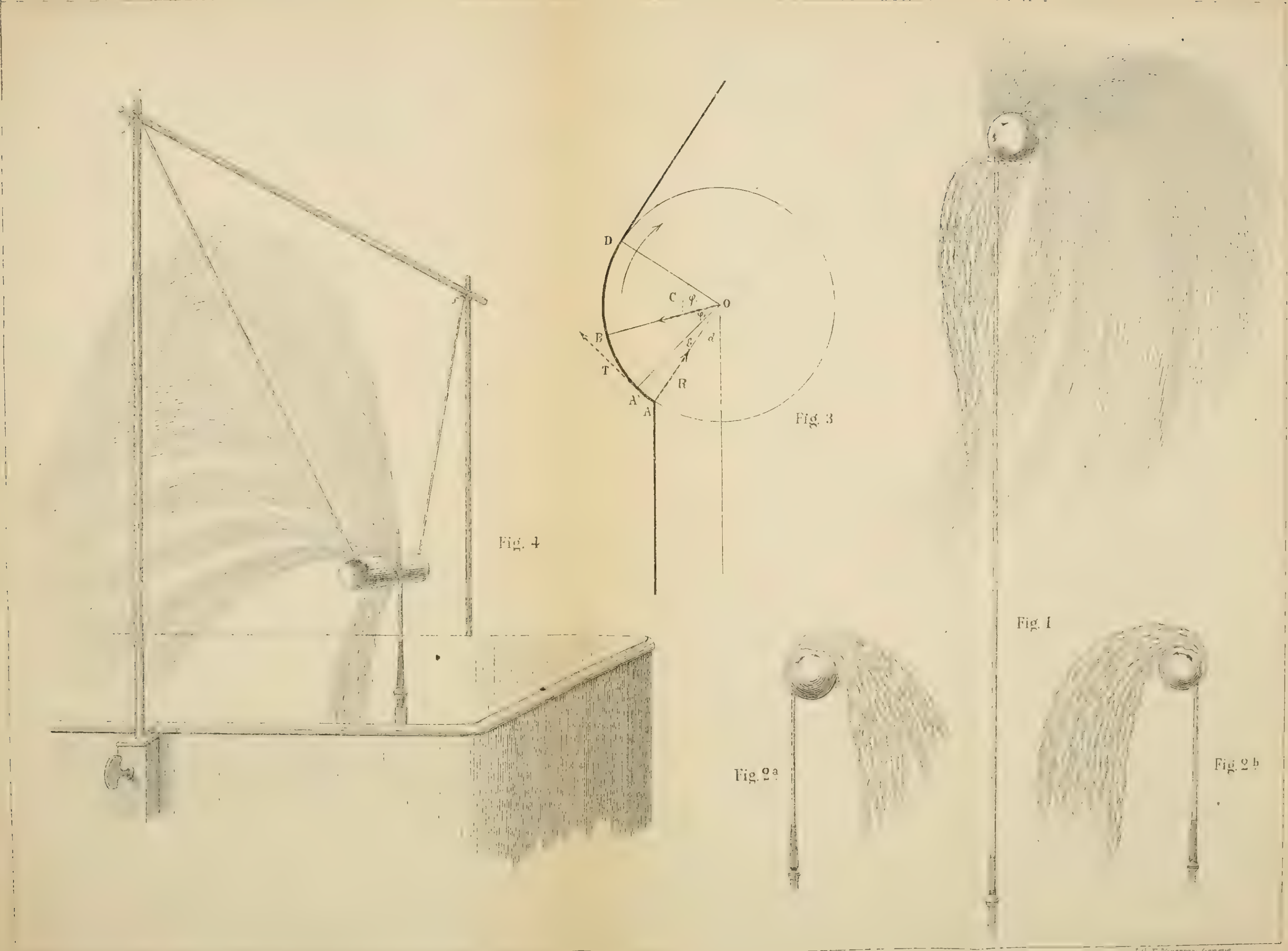

Fig. 6. Vibrations causées par le passage des bateaux à vapeur.
c e' c' d' d e e c c b b a a
11 h. 10 h. 9 h. 8 h. 7 Juin 1876. 3 h.
Fig. 7. Seiches transversales
22 h. 21 Avril 1876. 21 h.
Fig. 8. Seiches longitudinales du grand lac.
4 h. 3 h. 4 Mai 1876.
Fig. 9. Seiches transversales.
1 h. 21 Mai 1876. 0 h.
Fig. 10. Vibrations, bise moderée.
7 h. 29 Juin 1876. 6 h.
Fig. 11. Vibrations, forte bise.
8 h. 21 Juillet 1876. 7 h.

Fig. 1

Fig. 2 b




Lith. F. Noverraz Genève.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

# TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME LVI (NOUVELLE PÉRIODE)

1876. — N[os] 221 à 224.

Pages

Action du brome sur la chlorhydrine éthylénique, par M. *E. Demole*. . . . . . . . . . . . . . . 5
Du rapport de la loi électro-dynamique fondamentale avec le principe de la conservation de l'énergie et d'une nouvelle simplification de cette loi, par M. *R. Clausius*. . . . . . . . . . 16
Quelques mots sur l'histoire de la faune de la Russie d'Europe, par M. *Modeste Bogdanow*. . . . . 22
Recherches sur les jumeaux dans l'espèce humaine, par M. *Francis Galton*. . . . . . . . . . . . . 32
L'âge d'un arbre a-t-il une influence sur l'époque moyenne de sa feuillaison ? par M. *Alph. de Candolle* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 73
Sur un soi-disant cas de transposition dans la série grasse, par M. *E. Demole*. . . . . . . . . . . 90
Sur l'impossibilité d'établir les limites des étages et discussion de quelques principes de géologie, par M. *Th. Ébray*. . . . . . . . . . . . . . . . 96
Contribution à l'étude de la kératite névroparalytique, par M. le D[r] *C. Decker*. . . . . . . . . . . 107
Nouvelles expériences radiométriques. . . . . . . . 159

Pages

Phylloxera vastatrix, extrait d'un second rapport au Département de l'intérieur du canton de Genève, par M. le D$^r$ *V. Fatio*. . . . . . . . . . . . . . . 163

Contribution à l'étude de la kératite névroparalytique, par M. le D$^r$ *C. Decker* (suite) . . . . . . . 185

Coup d'œil sur les principales publications de physiologie végétale en 1875, par M. *Marc Micheli*. 218

Sur la chaleur spécifique des gaz, par M. *Eilhard Wiedemann*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 273

Sur les changements que les coefficients de frottement des gaz subissent avec la température, par *le même* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 277

Le limnimètre enregistreur de Morges, par M. *F.-A. Forel*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . , . . 305

Équilibre d'une sphère sur un jet d'eau, par M. *Édouard Hagenbach* . . . . . . . . . . . . . . . 325

Extrait du rapport annuel de l'astronome royal de Greenwich au bureau des visiteurs de cet observatoire, en date du 3 juin 1876, par M. *Alfred Gautier*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 344

Explications relatives aux différences qui existent entre l'Artemia salina et l'Artemia Muhlhausenii et entre les genres Artemia et Branchipus, par M. *W.-J. Schmankewitsch*. . . . . . . . . . . . 358

---

## BULLETIN SCIENTIFIQUE.

### PHYSIQUE.

*G. Cavanna* et *G. Papasogli*. Revue semestrielle des sciences physiques et naturelles en Italie . . . . . . . . . 42

Pages

Prof. *Tyndall.* Sur les conditions optiques de l'atmosphère au point de vue de la putréfaction et de la contagion.................................. 167

*William Siemens.* Action de la lumière sur la conductibilité électrique du selenium.................. 283

*H. Wild.* Etude photométrique de la lumière du ciel.. 366

*R. Kœnig.* Sur les phénomènes produits par le concours de deux sons ................................ 369

## CHIMIE.

*Lecoq de Boisbaudran.* Nouvelles recherches sur le gallium.......................................... 45

D^r *Karl Heumann.* Contributions à la théorie des flammes éclairantes............................ 286

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

*L. Gruner.* Sur les causes qui ont amené le retrait des glaciers dans les Alpes........................ 291

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

*H. Lebert.* Traité de pathologie et de thérapeutique générales.......................................... 49

*Edw. Cope.* Catalogue des Batraciens et des reptiles de l'Amérique du Nord.............. ........... 52

*Le même.* Sur la distribution géographique des vertébrés du Regnum Nearcticum..................... 54

*R. Ridgway.* Étude des Falconidés américains ....... 59

*Le même.* Ornithologie de la Guadeloupe ........... 60

*H. Serrano y Fatigati et F. Quiroga y Rodriguez.* Nouvelles recherches sur le sang..................... 175

*O.-C. Marsh.* Notice sur des nouveaux Odontornithes.. 373

*Le même.* Sur quelques caractères du genre Coryphodon. 373

Pages
*O.-C. Marsh.* Notice sur une nouvelle famille de Ptérosauriens . . . . . . . . . . 374
*E. Cope.* Sur un oiseau gigantesque de l'éocène du Nouveau-Mexique . . . . . . . . . . 375

## BOTANIQUE.

*Axel Blytt.* Essai sur l'immigration de la flore norwégienne pendant les alternatives de périodes humides et sèches . . . . . . . . . . 60
*Th. Meeham.* Les insectes ont-ils une action positive sur la fécondation des végétaux? . . . . . . . . . . 294

---

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

Observations météorologiques pendant le mois d'avril. 65
Observations météorologiques pendant le mois de mai. 177
Observations météorologiques pendant le mois de juin. 297
Observations météorologiques pendant le mois de juillet. 377

---

